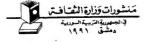


كليف كيامستر

طبعية لألكوق

ترحت واللهزي محريث الوكست اللياك



THE NATURE OF THE UNIVERSE

طبيعة الكسون _ The nature of the universe / كليف كيلمستر ۽ ترجعة محمد بشار حكمت البيطار . ـ دمشق : وزارة الثقافة ؛ المدان - ١٩٦٢ ص: ١٩٤٤ صم . - (سلسلة الطوم ١٤) .

مكتبة االاسد

مقنامة

دفع حب المعرفة الإنسان منذ القلم لتقصي أسرار الكون المترامي الأطراف مما جعله يتساءل باستمرار عن كل غرابة يشاهدها في السماء فعاول تعليل الظواهر المختلفة بما يتفق مع إدراكه . يتناول كتابنا تطور المنطق الفلكي منذ عصر اليونان ؛ حث اقترحت مدرسة اليونان مركز آ عاطناً للكون ظل الناس يعتبرونه صحيحاً حتى ظهور كوبرنيق . أما اللفزة الكبرى فقد حققها نيوتن الذي أظهر بأن الجسم يبقى في حالة سكون أو في حالة حركة مستقيمة منتظمة ما لم تؤثر عليه قوة ما . لقد أدى ظهور آينشتاين في القرن العشرين إلى تغيير نظرة الفلكيين إلى الكون فاعتبرت قوافين فيوتن تقريبية لآنها لا تتناول مسألة نحرك الأجسام بسرعة الفسوء ولا تتناول مسألة اعتبار أطر مرجعة صالحة لمجمل الكون كما أنها لا تتناول أيضاً تأثير المادة المهدة في حركة الأجسام القرية .

لقد حاول فلكيو القرن العشرين وضع نظرية كونية شاملة توضع سلوك الكون بنقاطه المختلفة وتطور هذا السلوك ؛ فتضاربت الآراء والمقترحات . لقد بحثوا أيضاً في مسألة موت النجوم . ما الذي يصيب الشمس مثلاً إذا انتهت التفاعلات الحادثة فيها ؟ ستختفي بالطبع القوة النابذه وستسود القوة الجاذبة . فهل سيتقلص حجم الشمس إلى مدى معين أم أنه سيتابع التقلص إلى العدم . ولا بد من الإشارة إلى أن وصول سفن الفضاء إلى خارج المجموعة الشمسية . والكشف عن أعماق المدرة وعاولة ايجاد ما يربط بين اللا متناهي في الكبر واللا متناهي في الصغر ، تعد خطوات هامة على الرغم من أنها مهملة بالطبع في درب البحث العلمي الطويل . هذا المدرب الذي ستتابعه أجيال الإنسان المتلاحقة جيلاً بعد جيل ودهراً بعد دهر .

آمل أن يصيب قارتنا العربي قدرًا وافرًا من المتعة والفائده من هذا المؤلف ويجد فيه جزءًا يسيرًا من المعرفة نغرز بها مكتبتنا العربية .

المترجم

الفلغيبة الفحصتية

إن من أكثر الأشياء صعوبة في العلوم الكونية تصور المدى الواسع الذي أنشىء الكون فيه . وللمساعدة في ذلك نستطيع أن نتخيل كتابًا من الكتب كهذا الكتاب الذي بين أيدينا ولكن المقياس الذي ترسم فيه الأشياء يتناقص بمعدل قدره ١٠ من صفحة إلى الصفحة التي تليها . فلنفترض أن المقياس الذي رسمت عليه الأشياء في غلاف الكتاب هو ١:١ يمثل هذا الغلاف عندثذ نفسه بصورة دقيقة وعند تقليب الصفحات فان الصفحة الأولى تمثل مساحة تعادل ماثة ضعف مساحتها الحقيقية ويمثل ذلك مساحة غرفة ما بصورة تقريبية . إن المقياس على الصفحة الثانية هو ١٠٠٠١ وستكون مساحة هذه الصفحة كافية لتحتوي واجهة أحد الأبنية . ونستطيع على الصفحة الثالثة ونتيجة لتصغير المقياس بمعامل قدره ١٠ أيضاً أن نرسم حقلاً من الحقول أما على الصفحة الرابعة فنستطيع أن نرسم مسقطاً لمدينة صغيرة . وتعتبر الصفحة الخامسة مناسبة لرسم مسقط لطريق في مركز لندن . أما عرض الصفحة السادسة فيمثل طولاً مقداره حوالي مائة ميل ويناسب ذلك بصورة مريحة رسم مدينة لندن بكاملها . وستتسع الصفحة السابعة لرسم خارطة الجزر البريطانية . بدأنا نقترب من الوصول إلى الصفحات التي تمثل أبعاداً فلكية فنستطيع مثلاً على الصفحة الثامنة تمثيل كامل الأرض التي يبلغ قطرها ۷۹۰۰ میل . من الآن فصاعداً سبيدو الصفحات أكثر متعة فاذا قلبنا صفحة ثانية سبيدو الأرض فيها كقرص صغير ولكننا لا نستطيع أن فرى سوى الأرض لآن أقرب جيران الأرض إليها وهو القمر يبعد عنها بمقدار يزيد عن ١٠٠٠٠ ميل وفي الحقيقة فان هذا البعد مساو لا بعد ٢١٠٠٠٠ بشكل وسطي . عندما نستمر في التقليب الى الصفحة العاشرة عندله نستطيع أن فرى الأرض تدور حول نفسها مرة كل ٢٤ ساعة والقمر الذي يدور حولها مرة كل ٢٨ يوماً بما يشكل منظومة مصغره . وعندما نقلب إلى صفحة جديدة نستطيع أن فرى نظام الشمس والقمر بعشر حجمه السابق ولكننا لا نستطيع أن فرى سواهما بسبب الفراغ الكبير الذي يفصلهما عن أي جسم سماوي آخر . ويستمر هذا المنظر حتى الصفحة الثانية عشرة حيث فرى أجساماً غير مختلفة عن الأرض بمقدار كبير بتركيبها العام ، أنها الكواكب الأخرى . وتبدو لنا هذه بقدار كبير بتركيبها العام ، أنها الكواكب الأخرى . وتبدو لنا هذه في هذه الأجسام وكأنها تسلك طريقاً معقداً ، والسبب هو أن المقياس الذي ترى فيه هذه الأجسام غير صغير بما فيه الكفاية ليتبح رؤية مداراتها الكاملة . لندع ذلك قليلاً ولنقلب إلى الصفحة ١٣ .

على هذه الصفحة ذات المقياس واحد إلى ألف مليون ؛ نبتدي، برؤية صور فلكيه ، فنستطيع أن نرى أقرب النجوم إلينا وهو الشمس الذي يبعد عنا مقدار ثلاثة وتسعين مليون ميل . وإذا وضعنا الشمس في مركز هذه الصفحة أصبح لدينا متسع من الفراغ لتمثيل مدار الأرض حول الشمس الذي تقطعه بجدود ٢/١٥ ٣٦٥ يوم .

إن الفرق ما بين النجم والكوكب هو أن النجم يطلق اشعاعاً كهرطيسياً وبصورة خاصة على شكل حرارة وضوء وعلى شكل اشماعات راديويه . أما الكواكب فهي أجسام خاملة نسيباً كالأرض والقمر وهي تدور جميعاً حول الشمس بمدارات شبه دائرية وهي تقع بصورة نميزه كما سنرى فيما بعد في مستور واحد .

يستغرق عطارد وهو أقرب هذه الكواكب إلى الشمس ۸۸ يوماً ليدور حولها مرة واحدة وهو يسبح في الكون بسرعة ٣٠ ميلاً في الساعة . ولا يمكن لأبعد هذه الكواكب عن الشمس أن يرتسم على الصفحة رقم ١٤ ستتمكن من رؤية جميع الكواكب بما فيها كوكب بلوتو أبعدها جميعاً عن الشمس إذ يصل بعده إلى ٣٤٧٠ مليون ميل عنها ويقطع مداره.خلال ٢٤٨ سنه ويسبع بسرعة ثلاثة أميال في الثانيه ، الواحدة .



في منطقة صغيرة من المبعرة التي تعمل أبعادها إلى ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئية والتي هي واحدة من ملا بين المبعرات في الكون يقع النظام الشمسي حيث تعوو الأوض حول النجم المركزي فيه بسرعة ٢٠٠,٠٧٠ صلى بالمساعة حيث أن الأوض هي احدى أصغر الكواكب التسعة في علما النظام

وبالإضافة للى الكواكب المذكورة هناك الكثير من الكويكبات السائرة بممدلات مختلفة حول الشمس بنفس اتجاه الكواكب الرئيسية . إن صدد هذه الكتل الصخرية بجاوز ال ۳۰۰ ولكننا نطم المدارات

الدةيقة لحوالي ١٥٠٠ منها فقط .



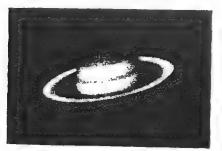


يمه بلوتو من أيمد الكواكب عن الشمس ويرى متحركاً بالنسبة لخلفية من النجوم . أما مداره فيتميز وبصورة غير عادية لأنه قطع ناقص تماماً ويقع تقريباً فسن مدار فيتون حتى عام ٢٠٠٩ وقد فلن في وقت ما أنه أحد توابع فيتون

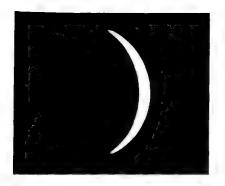
تصبح وحدة الميل هنا غير مناسبة لأن علينا أن نتعامل مع مسافات شاسعة تتجاوز ملايين الأميال وبدلاً من استخدام الأميال فان الفلكيين يفضلون استخدام اصطلاح آخر المسافة هو المسافة التي يقطعها الضوء خلال زمن معين . وهكلنا فان المسافة ما بين الأرض والشمس هي ثمانية دقائق ضوئية ونصف قطر مدار بلوتو ما بين خمس وست ساعات ضوئية .



ينظير في الأهل كوكب المشتري وهو أكبر الكواكب في التظام الشمسي ويهمد عن الشمس مخدار ٥٠٠ مليون ميل رإن الأحزمة الملونة وكفك البقمة الحمراء المشاهدة ربحا كانت حاصلة بسبب النلاف البحري السام المؤلف من الهيدورجين والميتان والأمونيا



إن حلقات زحل (في المركز) هي في الحقيقة عبارة هن عدد هائل من الأجسام العضيرة هذه الأجسام ربما كانت بللورات متطلجة أما تهبه الأكبر فهو تيتان وهو أكبر من كوكب عطارد وهو التابع الوحيد المعروف بأن له خلافاً جوفياً



إن مدار كوكب الزهرة (في الأسفل ونحو البسار) يقع بين الأدهى والشمس دلفك قراه كهلا ل لا مع في اقترابه الأدنى . إن فيوماً كثيفة تتعلي سلح الزهوة بما يعرقل دراسته عن قرب



إن القبعة القطبية البيضاء والمناطق السوداء عل سطح المريخ (في الأسقل) تشغير بصورة مرتمية بتغير الفصول مما يعطي انطباعاً بوجود حياة على مطحب.

والآن ومن أجل الحصول على بعض الأفكار حول مقياس للمسافات لل وراه النظام الشمسي فان علينا أن نقلب بضعاً من الصفحات بعد الصفحة رقم 10 سنرى النظام الشمسي وقد المفحة رقم 10 سنرى النظام الشمسي وقد انخفض حجمه إلى عشر الحجم السابق ونكن لن يتبدى لنا أي منظر حتى الصفحة الثامنة عشرة . حينئذ ستتمثل مسافات تصل إلى عشر سنين ضوثية وسيتقلص حجم النظام الشمسي إلى حجم بقعة لا يتجاوز قطرها واحداً بالألف من الأنش . هل ترى حينئذ نجوم أخرى بالإضافة إلى الشمس ؟ إن أقرب هذه النجوم هو الظلمان الأدنى Proxima إلى خمس سنين ضوثية أما نجم الشعرى اليمانية (Sirius) فيبعد بمقدار ثماني سنوات ضوثية أما نجم الشعرى اليمانية (Sirius) فيبعد بمقدار ثماني سنوات ضوثية أما ونصف . وهنالك بعض النجوم المتوسطة الخفوت التي يمكن أن ترى

وبالتقليب المتنالي للصفحات نستطيع أن نرى نجوماً أكثر فأكثر حتى الصفحة الثانيه والعشرين حيث نرى جميع النجوم التي ترى. في ليلة ظلماء صافية ويشمل ذلك بالطبع النجوم التي تشكل الكوكبات المعروفة كبرج اللب الأكبر (Plough) والجوزاء (Orion) .

يستطيع المراقبون في جميع أصقاع الأرض وبالعين المجردة فقط أن يروا ما يقارب من ٢٠٠٠ نجم لكل منها ٢٠٠٠ ١٥ نجم أخفت منها يمكن اكتشافه بوساطة الرصد .

تعد الشمس نجداً من التجوم المتواضعه ، إذ يبلغ قطره مليون ميل وذلك يعادل أربعة أضعاف الساد بين الأرض والقمر، أما كتلته فتعادل نصف مليون كتله الأرض وتبلغ درجة حرارة سطحه ٢٠٠٠ درجة مئوية . ونحن متأكدون من أن الحرارة في اللماخل ستزداد بصورة سريعة وإلا لما تمكن هذا النجم من توليد هذا القدر الهائل من الحرارة والضوء . وفي الحقيقة فمن أجل حصول التفاعلات الحرارية النووية الضرورية (والتي تشبه ما يحدث عند انفجار القنبلة الهيدروجينية) يجب أن تتوفر درجة حرارة داخلية وهي ، في حالة الشمس ، من رتبة ، و م 1 درجة مئوية . و تمتلك النجوم بصورة عامة درجة حرارة سطحيه تتراوح ما بين ٣٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ درجة مئوية .

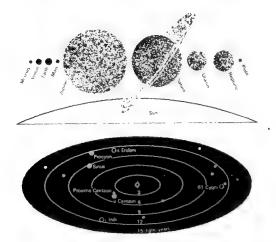
بالعودة إلى الصفحة رقم ٣٣ نجد أننا أصبحنا قادرين على تمثيل جوارنا من النجوم أو بالأحرى على تمثيل مجرتنا و درب التبانه » . إن شكل المجرة يشه شكل طبقين تطابقت أحرفهما فشكلا قرصاً اسطوانياً منتفخاً في المنتصف بسبب دوران المجرة . إن جميع النجوم التي نستطيع أن فراها بدون استخدام مرصد متقدم واقعه ضمن هذا القرص الاسطواني ويصل قطر هذه المجرة إلى ٠٠٠ سنة ضوئيه وسماكتها حوالي ٠٠٠ سنه ضوئيه وهي تدور ببطء حول محور يقع على بعد ٠٠٠ وس سنه ضوئيه و تستغرق الشمس زمناً قدره ٢٥٠ مليون سنة لتدور حول هذا المحور المركزي ، وفي ليلة صافيه وبصورة خاصة في الريف ، نستطيع أن فرى هذه المجره و درب التبانة ء في كبد السماء ويظهر ذلك على شكل شريط أبيض متوار خلف النجوم الرئيسية ، فرى ضوءه المركز عندما ننظر بانجاه مستوي المجره كنتيجة أثير منفردة بالعين المجردة . إن أغلب هذه النجوم أخفت من أن ترى منفردة بالعين المجردة .

لا تتوزع النجوم توزعاً منتظماً عبر المجرة كما أن تجمع الكوكبات المذكورة سابقاً كان جزئياً بشكل فعلى وجزئياً بشكل غير فعلي بسبب وقوع بعض النجوم على نفس خط النظر مع نجوم أبعد منها بكثير . وبالإضافة إلى هذا التوضع الزائف تميل النجوم أيضاً لأن تتوضع في تجمعات كروية . وإن أي تجمع منها يتألف من مليون أو أكثر من النجوم وبالنسبة لأي تجمع كروي فان هنالك عدداً لا يستهان به من النجوم المنفردة القريبة .

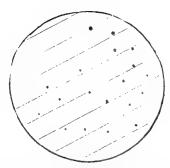
في بداية هذا القرن كنا لا نستطيع أن نقلب إلا عدداً ضييلاً من صفحات كتاب المقاييس الذي كتا بصدده . وإذا استثنينا تأملات الفلاسفة فقد كان وصف درب التبائه وكأنه التعامل مع الكون بمجمله . لنقلب الآن صفحة واحدة جديدة ! عندئلا سيظهر لنا شيء جديد وجمتع – مجرة أو سديم كمجرتنا – نستطيع أن نراها في الليل في تجمع نجوم الندوميدا (المرأة المسلملة) . تبدو هذه المجرة خافتة بالعين المجردة . وهذه المجره نفس كتله مجرة درب التبائه وهي قرصية الشكل وتتضمن ولهذه المجرة بل ملايين من النجوم . ولكن ولحسن الحظ وبدلاً من أن تكون حافتها موجهة إلينا بحيث لا نرى إلا هذه الحافة . مما بنيتنا فقط بالشيء اليسير عنها ، فاننا نرى أن النجوم قد انتشرت في أذرع حاونية بسبب الدوران .

دعنا نقلب الآن صفحة جديدة وهي الصفحة الخامسة والعشرون . عندثل نرى مجرتنا والسديم في اندروميدا . وهما ليسا سوى اثنين من سبعة عشر سديماً تشكل تجمعاً يسمى بالمجموعة المحلية . تتحرك هذه السدم هنا وهناك بطريقة عشوائية تماماً . مع العلم بوجود ميل فيها للتراجع . إن بعضاً من هذه السدم مؤلف من النجوم وبعضها الآخر مؤلف ربما فقط من غاز حار . ولا يعد في الحقيقة عدم اكتشافنا لأي

نجم فيها انتقاقاً . كما أن الصفحتين الأعيرتين بمكن أن تعتبرا اضافة مذهلة جرت في مطلع هذا القرن . ولعل من الأمور الأكثر إثارة حماً أن نقلب صفحة جديدة وهي الصفحة السادسة والعشرون حيث باستطاعتنا أن نرى أشياء تبعد عنا بمقدار أربعين عليون سنه ضوئيه فنرى أقرب تجمع من تجمعات السدم يتحرك عنابسرعة ٢٠٠٠ميل في الثانية ..



في الأطل : القياسات النسبية لعدد من أعضاء نظامنا الشمعي في الأسفل : عندما تمتد بأبصارنا إلى سافة 10 طيون سنه ضوئيه فاننا فرى أثرب جيران الشمس اليها . من هذه النجوم ما يمكن رؤيته بالعين المجردة سها ما يمثلك درجة حرارة سطميه مساوية (٢٠٠٠ درجة أو ٤٥٠٠ درجة)



عر الطبقة المشكلة لسطح الشمس الهائية بسيل من الطاقة المتولدة بانفجار فووي حراري مستمر في المركز تظهر البقع الشمسية وهي مناطق باردة نسبياً وتبدو صوداء أمام الفازات المتقدة

وعندما نتابع التقليب فان أشد ما يدهشنا هو الافتقار إلى الانتظام أي الكون . فضمن السدم تكون النجوم غير متوزعة بصورة متنظمة ركنها تميل لأن تتجمع في تجمعات تجمية مختلفة . وهنالك بالطبع بجمعات نجمية بمقادير أكبر مما يشكل المجرات نفسها . وحتى لو كانت لسدم غير موزعة بانتظام فأنها تتجمع في مجموعات وإن مجموعتنا نلحلية التي تحوي سبعة عشر سديماً يقابلها مجموعات أخرى تحوي قلراً كبر من السدم قد يصل إلى ألف سديم .

على الصفحة السابعة والعشرين نقترب من طاقة أدق المراصد ، إلى الحدود التي تتوقف عندها أدق هذه المراصد عن تقديم صور مفيدة ، وعلى هذه الصفحة وعلى بعد يقارب ٣٥٠٠ مليون سنة ضوئية ترتسم الصورة التالية : لم تعد مجرتنا فريدة أو نادرة ولكنها مجرد واحدة من ملايين المجرات الحازونية كمجرة المرأة المسلسلة • Andromida • أو القرصية كمجرتنا أو التي لها شكل كرة القدم الكروية والمتطاوله إلى غير ذلك من أشكال غير متنظمة أبداً .

وفي الحقيقة لا يوجد حتى الآن أي دليل على أن تجمع المجرات و لي حد ذاته عبارة عن عنصر في تجمع أكبر . ويبدو وكأننا كلما توغلنا في أعماق الكون تبدت لنا تجمعات أخرى من المجرات بطريقة منتظمة تقريباً ومما يدعو للدهشة أننا عندما نراقب السدم البعيدة فاننا نلاحظ أنها تبتمد باستمرار عنا . ومن أجل كل مسافة قدرها مليون سنه ضوئيه تزداد سرعة التراجع بمقدار ١٥٠٠ ميلاً في الساعة . وهكذا توصلنا الصفحة ٧٧ إلى حدود المشاهدة البصرية لأن الفوء يصل إلى مراصدنا . وعندما تكون هذه الأجسام بعيدة جداً عنا سيكون من الصعب علينا تمييز أي شيء بسبب تداخل الضوء القادم من هذه المنجوء مع الضوء الذي يسببه الغلاف الجوي للأرض .

و هكذا فلا توجد بالنسبة للمراصد البصرية أية امكانيه لتقلب أي صفحات جديدة بعد الوصول إلى الصفحة رقم ٢٧. ربما كان على الإنسان أن يضع مراصده البصرية المتقدمة خارج الفلاف اللجوي للأرض. وقد تكون هذه المراصد مركبة على توابع دائرة في فلك الأرض. وفي الحقيقة فمن الطبيعي عدم جدوى استخدام المراصد قلبلة القدرة. ويحتاج المرء إلى مناظير لا تقل فتحتها عن ٢٠٠ انش (كمرصد ماونت بالومار — Mount Palomar في كاليفورنيا) إن المضوء ليس الوسيلة الوحيدة التي يمكن استخدامها اليوم في رصد الفضاء الخارجي. الوسيلة الوحيدة التي يمكن استخدامها اليوم في رصد الفضاء الخارجي. فلقد ذكرنا من قبل أن النجوم ، اضافة إلى اطلاقها ضوءاً وحرارة.

تطلق موجات راديوية . هذه الموجات الراديوية القادمة من الفضاء اكتشفها جانسكي (K.G. jarsky) عام ۱۹۳۷ ولكن لم يكن بمقدوره تحديد مصدرها .

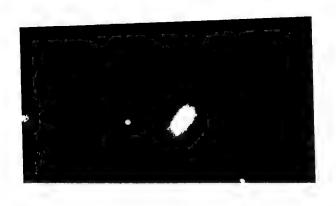


مثل هذا الشكل منظراً في مجرة درب التباقة التي ينتمي إليها نظامنا الشمسي، كما تبده على الصفحة رقم ٣٧ س كتابنا في المقايس المنز ايدة تظهر في الشكل مصادر اصدارات الهيدوجين. كما نظهر التجمعات التحصية المقتودة كنفل النجوم الفتية والنجوم العاتمة. وقد رصه هذا الشكل أول مارسهدلالة - • • • • • بعجم مطرحة الاحداثيات ثم أضيفت الهيفية النجوم بدلالقسور فوترفر افتح ريلاحظ في هذه الصورة وفي ألهى السبار وتحت المركز تصالريا ومديم المرأة المسلمة أما المناطق المظلمة في يساد المركز تصالريا ومديم المرأة المسلمة أما المناطق المظلمة في يساد المركز فتطل فيون أعاضة في كوكبه الدجاجة وفي برج العقاب الميالية وتمو الأمفل نجد عبوم ماجلان أما فوق درب التبافة فقع الشعري اليانه فقع الشعري

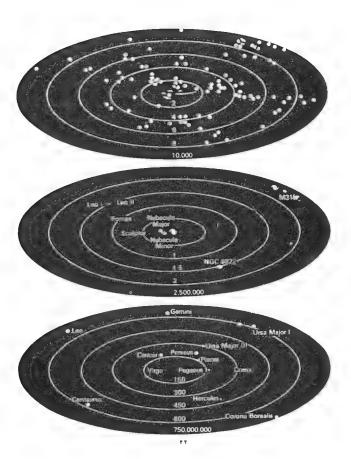
إن التعيين الدقيق لمصدر هذه الموجات يتطلب قدراً كبيراً من التقدم التقني في مجال الإلكترونيات ولم يتم ذلك إلا خلال الحرب العالمية J.H.Hey, aj Parsons, الثانية عندما تمكن هاي وبار سونس وفيلبس (J.W.Phillips) من ايجاد مصدر كثيف للاشعاعات في كوكبسة الدجاجة (The constellation Cygnus The Swan) في الحقيقة كان مصدر الاشعاعات هذا أول المصادر المكتشفه ولكنه اليوم ليس وحيداً فقد تم تصنيف آلاف المصادر .



إن التجمعات الكروية كالتجمع المرسوم على الشكل و الموجود في كوكبه ستتوروس « الظلمات » تتألف من عشرات الآلاف من النجوم القريبة من بعضها _ إن التجمع المحلي ، وهو تجمع من السمم المحيطه بدرب التبائه والتي تقم في أقصى حد يمكن رؤيمه بالعين المجردة ، يحري مجرات متعدة كمجرة المرأة المسلمة



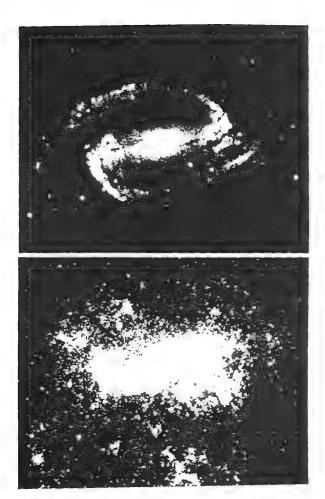
إذا تجارزنا بأيسارنا ما وراء المجموعة المحلية نجد تجمعات أخرى من المجرات بعضها كبير ويزيد عدده عن ٤٠٠ ويضها متوسط ويضها صغير كممبرتنا لا يتجاوز تعداده ١٠٠ . إن جميع هذه المجرات تتراجع عنا يسرعة مقدارها حات الأميال في الثانية



ومن المدهش حقاً أن مصادر الاشعاعات الراديوية قد بلت الوهلة الأولى مستقلة عن مصادر الإشعاعات البصرية وكأن هنالك كوناً مستقلاً عن مصادر الإشعاعات البصرية وكأن هنالك كوناً مستقلاً عنلك بحوماً ضوئيه متداخلاً مع كون من المصادر الاشعاعيه . لقد عين بولتون (Bolton) أول نجم راديوي وهو مصدر موجود فيما يسمر ببرج السرطان الذي هو موضع أهمية بالنسبة للفلكيين حيث ظن هؤلاء بأنه منثل بقايا انفجار النجم الذي لاحظه الصينيون عام ١٠٥٤ وبالطبع لما كان هذا الانفجار قد جرى في مكان يبعد ٤٠٠٠ سنه ضوئيه فاننا نستطيع القول بأنه قد تم فعلاً بمدود سنه موئيه بالاستناد إلى السجلات في الصين كان هذا الحدث حدثاً كبيراً فقد رقي في وضع النهار واستمر لبضعة أسابيع وبقي مرئياً بالمين المجردة في وضع النهار واستمر لبضعة أسابيع وبقي مرئياً بالمين المجردة في الليل لعدة أشهر إلى أن حَمَد تدريجياً ولكن السديم ما زال يبدو كيا الما مادة منفجرة مضيئة .



صنف هابل في عام ١٩٣٥ السهم في ثلاثة نماذج حيث يحوي النعوذج الأول سماً تقارب الدائرة أو القطع الناقص في الشكل ويضم هذا النعوذج ألم المجرات وأكثرها كلة ويقدر عمر هذه المجرات بحوالي أربعمائة مليون سنة أما النعوذج الثاني فيحوي سلماً حازونية ويضم أكثر من ثمانين بالمائة من المجرات المصنفة والمجرات الطبيعية كمجرة درب التبانة مثلاً أو المرأة المسلمة. وفي النعوذج الثالث تأخذ السهم فحكلا غير محدو غير مفهوم كنيةماجلان.

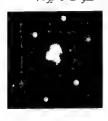


لقد اكتنفت الغرابة مصادر الاشعاع الأولى المكتشفة وكان هنالك جدل كبير فيما إذا كانت هذه المصادر تقع ضمن المجرة أو خارجها وبدا وكأن قدراً كبيراً من هذه المصادر يقع في مستوى مجرتنا ، أي مُرة درب التبانة ، وقدراً كبيراً أيضاً لا يقع ضمنه . وقد حلت هذه المسألة في النهاية عندما تبين أن هنالك وعين من المصاهر الراهيوية بعضها يقع ضمن المجرة والبعض الآخر يقع محارجها . ازداد لغز مصادر الإشعاع من خارج المجرة تعقيداً بسبب قوة اشعاعاتها الواصلة إلينا على الرغم من البعد الحائل الذي يفصل هذه المصادر عنا. إن مصدر الإشعاعات الذي تم اكتشافه في البدء يقم في كوكبة اللجاجة وقد تم تعينيه بدقه من قبل فاكبي جامعة كامبريدج – Cambridge – كما تمكن الراصدون من مرصد ماونت وياسون (Mount Wilson) في كاليفورنيا من ربطه باثنين من السدم التي يمكن أن ترى بالطرق الضوئيه . وقد ظن بعد ذلك أن هذين السديمين قد تصادما وأن الاشعاعات الراديوية صدرت بسبب الظروف الفيريائية العنيفة للتصادم . وفي الحقيقة فان وقتاً كبيراً قد بذل بحثاً عن مجراتٍ متصاهمة كما ثم التعرف على عدد من النجوم الأخرى الواقعة ضمن مجرة واحدة .

إن القدر الماثل من الطاقة الذي يأتي من خارج المجرة ظل بالنسبة لنا سراً كبيراً. وبالفعل فان ذلك أصبح أكثر ارباكاً في السنوات الأخيرة نظراً لأن بعضاً من هذه المصادر كان صغيراً إلى حد كبير وبعضها كان متحولاً أي أن الضوء القادم منها أو بالأحرى الاصدر الراديوي يزداد ويتقص في وقات مختلفة وعتى انون محدد عستبعد أن يكون هذا الاصدار المتحول ناتجاً عن جسم كبير كالمجرة وبالتالي فهو ناتج عن نجم أو جسم أصغر ع ولكن مقدار الاشعاعات المتولدة

يفيض بحد كبير عن اقدار المتولد بالطرق الحرارية النووية في مادة قيامها النجم . نحن مرغمون على ايجاد مصادر أخرى للطاقة تستطيع أن تبقي الاشماعات الراديوية مستمرة ، هذه المصادر هي النجوم رائفة الكوزارات و quasars ، التي جرى حولها جدل كبير في المنوات الأخرة .





يقع ثاني أشد المصادر الراديوية قوة في كركبه الدجاجة ويرى في الشكل الأيمن جسم مضاعف ينتدي إلى هذه الكوكبه

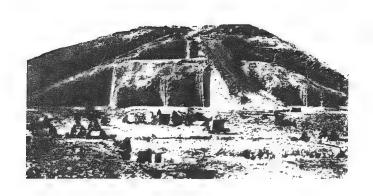
إن المجرة المرثبة تفع ما بين سطقتي اصدار راديوي سيث يمثل الشكل الأيسر محلوط تساوي الشدة حيث يلحظ ازدياد الشدة عند الاتجاء نحو المركز

وهكذا فان الرصد الاشعاعي عمق من مدى معرفتنا وجعلنا قادرين على تغطية صفحة جديدة في الكتاب التخيلي المطالع . نبدو قريبين الآن من النهاية . فعلى الصفحة الثامنة والعشرين نرى أجساماً يبتعد بعضها عنا بسرعة قريبة من سرعة الضوء وسنرى فيما بعد أن هذا مؤشر بأننا لا نستطيع الاستمرار بسبر أعماق الكون بوساطة الرصد .

مقياس الزمن:

لقد بحثنا حتى الآن في موضوع التوزع الفراغي للمادة في الكون وبقي أن نضيف شيئاً عن مقياس الزمن . فقد قسد آرشبيشوب اوشر — 1707 – 1700) أن خلق اوشر — 1700 غام 2008 قبل الميلاد وذلك بالاعتماد على انجيل المهد الجديد 2 و لكن المؤرخين فيما بعد قلروا أن بناء مدينة اور 2 – 2 للقديمة قد تم منذ ثمانية آلاف عام على الأقل أي أن حالة الأرض في ذلك التاريخ كانت كحالتها اليوم . أما الأبحاث الجيولوجية الراهن . وفي الحقيقة فان الخلكيين يعتقدون بأن العمر الحقيقي للأرض هو من رتبة 2000 إلى ما محدود مدون سنة على المناهد مدون سنة على المناهد على ا

إن مشاهداتنا الحالية في الحقيقة لا تخبرنا بأي شيء مما يمكن أن نواه فيما اذا كنا قادرين على الانتقال إلى نقطه ما في الماضي ولتكن ٤٠٠٠ مليون سنة . إن الكون في الوقت الحالي يتوسع وكثير من الناس يشعرون بأنه إذا عاد الزمن للوراء كما في حالة الشريط السينمائي ، حينثل سينكشف للمرء بأن المادة ستأخذ شكلا أكثر تركيزاً مما يوحي بأن التوسع الحالي هو استمرار لانفجار أصلي . تبدو هذه الطريقة البسطة بالنظر إلى الأمور جذابة لأنها لا تفترض أموراً غير مرثية وهو تعميم ينطوي على بعض المخاطرة في الحقيقة . سنرى في القصول اللاحقة ينفر من المنطقي أن نتاول وجهات نظر مخالفة لما رأيناه منذ أمد بعيد .



متى حاتر الكون حقدر ارشيبشوب اوشر بأن ذلك قد تم في عام ٢٠٠٤ قبل الميلاد ولكن مدينة اور السومرية التي شيدت منذ ٢٠٠٠م منه تدحض مثل هذا الرأبي . إن تقديراتنا الحالية تشير إلى فنرة تجاوز السته الاف مليون سنه



منة أقدم العصور رأى الانسان في ظلمة السعاء ما يشبه الحيوانات والمعارك والسفن ، ومنة أقدم العصور أيضاً استخدم الا رسم السعاوية في تقدير الأزمان والانجاهات. و لا تزال الأبراج وهي مقطع السعاء الذي يبعو كأن الشمس تتحرك خلاله تستخدم في تحديد مواضع النجوم

لفكا6 ولرانزماق منصصراليونان المنصهرنيوين

لقد حرص الفصل السابق على تقديم مؤشر مختصر عن مدى معرفتنا الحالية في علم الفلك . لنحاول الآن ، وبدلاً من القبول بجميع ما يطرحه العلماء . أن نتقصى مصادر المعرفة السابقة لنطلع على تطور هذا العلم .

تجوال النجوم والفلسفات القديمة :

تمنح مطالعة السماء في الليل الإنسان العادي خبرة متجددة وفي الأيام الخوالي كانت السماء ترى واضحة جليه قبل أن تحرب الصناعة صورتها . إذا اتجهنا إلى الريف مثلاً في ليلة مظلمة صافية ترتسم أمامنا صورة لامعة تحتوي على نقاط أو نجوم ساطعة تشكل نماذج مقنعة يطالع المرء فيها صوراً للحيوانات أو المعارك أو لأي شيء يريده . وأكثر من ذلك فعندما يخرج الإنسان كل ليلة وخلال ليال متعاقبه وفي نفس الوقت فسيلحظ بأن النماذج التي شاهدها في المرات السابقة تتبدل وسيجد بأن عمل الصورة التي يراها تدور ببطه . وفي الحقيقة فان ه حركة النجوم ، تملك قد قادت الرجال الأوائل إلى مسألة فلسفية صعبة تكتنف العلوم الكونية . إنها مسألة التغير .

كيف يمكن الشيء أن يتغير دون أن يفقد ذاته ؟ يبدو وكأن بماذج

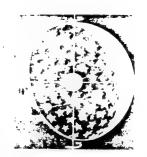


يتمثل كون تاس في أرض منبسطة طافيه فوق الماء . وييدو في الشكل أرخسيدس في الوسط وحوله العناصر الثلاثة الأخرى ، التراب والنار والهواء . أما في الأعل وعبر السماه فتتحرك الأبراج

أما فكرته فتنص على أن الأرض تعوم فوق الماء كسفينة تتقاذفها الأمواج مما يسبب الهزات الأرضية أما العالمأناكز بماندر (Anaximander) (الذي عاش في الفترة الواقعة ما بين (840 – 711 ق . م) فقد بدل ذلك إلى نظرية أكثر علمانيه وجمالاً من النظرية الأولى حيث

اعتبر الأرض جسماً ثابتاً في الفضاء تحت تأثير القوى المتوازنه للاجسام متساوية البعد عنه والمحيطه به . هذه الفكرة الثورية جعلت فيما بعد فكرة فلك كوبرنيكس (Copernicus) بأن الأرض تدور حول الشمس ، ثابتة ممكنة . لقد قادت نظرية أناكز يماندر واضعها وبسبب اتقائها إلى مسألة التغير .

بالطبع لن نفهم أبعاد هذه المشكلة وصعوبتها بالنسبة للذين سبقوا سقراط لأتنا ترعرعنا منذ الطفولة في نفس الإطار الفلسفى الحالي ولا يجب أن نستغرب كيف أن بارمينيدس -- Parmendes اقتنع بعدم وجود التغير واعتبر التغير مجرد مظهر يراه الناس وان هذه الحركة (تغيير المواقع) فير ممكنة . يتعارض هذا الاستنتاج بالطبع مع الوقائع . أما ديمقريطس وهو عالم عاش في الفترة الواقعة ما بين (٣٧٠ ــ ٣٠ \$ ق.م) فقد درس هذه المسألة مبتدئاً بحقيقة الحركة فقال بأن العالم مؤلف من أجزاء وهذا العالم لا يمكن أن يكون مليثاً (مخالفاً بذلك رأى بارمينيدس). ونظراً لأنه غير مليء فان هنالك فراغاً ما بين الأجزاء . والأجزاء بحد ذائها غير متغيره . هنا التزم ديمقريطس بآراء بارمينيدس ولكنه طبقها فنط على و الأجزاء و . فالتغير الحاصل في رأيه هو نتيجة لاعادة توزيع ه الذرات ه في الفراغ . لقـــد ظلت نظريـــة ديمقريطس -Democritus متأرجحة حتى السنوات الأولى من هذا القرن،حيث اعتبر ديمقريطس ه الذرات ۽ صغيرة وغير مرئيه لتتفق نظريته مع المشاهده . وفي الحقيقة فان من المستبعد أن يكون هذا الإنسان أول من ربط التغيرات في السماء مع الظواهر المحلية أو أول من رأى اتحاداً ما بين المادة في مقياسين أحدهما كبير والآخر صغير . إن مثل هذا الارتباط ما يزال موضوعاً شائكاً حتى أيامنا هذه .

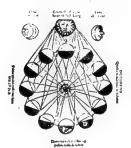


يمثل اشكل حملة مركزها الأرضى وضعها قدماء فلاسفة اليونان , قدور الشمس حول هذا المركز عل مسار قطع ناقص ويرتبط الكون بالجملة بوساطة كرة دائرة من النجوم

لنعد إلى تماذج النجوم فنجد أن من الطبيعي الافتراض ، على الرغم من البرهان فيما بعد على بطلان هذا الافتراض أن حركة النجوم ناشئة عن تثبتها بكرة سماوية دائرة مركزها الأفرض . في الحقيقة فان هذه النظرية تفسر حركة كامل النموذج بالنسبة للرؤية ولكنها لا تفسر عدم دوران النقاط الضوئية اللامعة التي ترى في الليل باتجاه واحد .

إن الجملة المذكورة هنا (نظرية الغلاف الكروي) تعرف بنظام بطليموس في أبسط صورة . وهذه التسمية في الحقيقة هي تسمية مضللة وهي تمثل قمة علم الفلك عند اليونان ولكنها وصلتنا عبر كتاب المجسطي لبطليموس (حوالي سنه ١٥٠ بم) .

لقد اعتبر اليونان أن هنالك كرتين سماويتين داخلية وخارجية . أما الكرة السماوية الداخلية فترتبط بالإنسان والكرة السماوية الخارجية تخص النجوم وبين هاتين الكرتين توجد الشمس ويوجد الفراغ . أما خارج الكرة السماوية التي ثبتت عليها النجوم فلا يوجد أي شي . . إن الكرة السماوية التي ثبتت عليها النجوم تدور بثبات مرة كل ٣٣ ساعة و ٥٦ دقيقة حول محور ثابت أما الشمس فبالاضافة إلى دورانها حول محورها تدور باتجاه الشرق على مسار يسمى « المسار الظاهري لحركة الشمس – pand المسار الظاهري خركة الشمس – celiptic » تقطعه خلال ٣٥٠٥ يوماً وربع وتميل عن خط الاعتدال – equator – عقدار ٣٥٠٥ .



يشرح هذا المخطط الذي رسم في غرب "ددس عشر أطوار القمو وفقاً الجزء الساطع منه كما يتراس لدين ناظر في الأرض

إن التوضعات المختلفة للنجوم حسبما ترى من خطوط عرض مختلفة على الأرض يمكن أن تشرح وفقاً للترتيب السابق. إن بامكان هذا الترتيب تفسير حادثتي الليل والنهار وحادثة تغير الفصول وكذلك حركة النجوم في الليل. وفي الحقيقة فان هذا النموذج استخدم وقتاً طويلاً في تعليم الملاحة والمساحة وما يزال. ولكن هنالك عقبة تنفي

صحة هذا الترتيب ولا بحد لها هذا الترتيب تعليلاً . هذه العقبه هي الكواكب وترى كبقع ضوئيه ذات حركة غير منسجمة مع ما ذكر . وفي الحقيقة فان الكواكب بالنسبة للعين المجردة نجوم كغيرها ولكن حركتها نختلف . فعند مراقبه هذه الكواكب بلاحظ للوهلة الأولى بأنها تتبع بوضوح وبصورة تقريبية حركة النجوم الأخرى نحو الغرب ولكنها تتبع أيضاً حركة اضافيه نحو الشرق إذا ما قورنت بالنجوم . مما يجعلها تتم دور انا كاملاً ثم تعود إلى وضعها الأصلي اذا ما قورنت بالنجوم أيضاً (و يمكن عندثلد أن يفسر ذلك وفقاً لنظرية الكرتين السماويتين السماويتين النفوة م) القائد بأن الكواكب تتحرك في الفراغ الكائن بين الأرض والنجوم) ولكن ذلك سيزيد الأمر سوءاً .

لقد لاحظ الإنسان القديم بين هذه الأجسام جسماً يدور على مساره بشكل أسرع وأقل ثباتاً مما تدور الشمس إنه القمر وطور القمر هو من أقدم التقاوم المعروفة لأنه سهل الرؤية ولكنه غير عملي لأن الفترة الفاصلة بين طورين متنابعين قد تكون ٢٩ أو ٣٠ يوماً . في الحقيقة لقد مرت أعوام كثيرة قبل أن يتم تعيين عدد أيام شهر معين عن طريق نظرية رياضيه .

إن فترات اللوران الكاملة للكواكب ، كالمشتري والزهرة والمريخ وعطار د وزحل ، تختلف فيما بينها . وأكثر من ذلك فان دورة خاصة لأحد الكواكب على مداره قد تكون أسرع من اللورات الأخرى . وإن من أسوأ الأمور أن دوران الكواكب نحو الشرق بصورة عامة يتقطع خلال فترات منتظمة بحركة ، تراجعيه ، نحو الغرب ويلاحظ از دياد اللمعان خلال هذه الفترات . وعلى سبيل المثال فان المريخ عندما يواجهالشمس يكون أشد الأشياء لمعاناً في سماء الليل باستثناء القمر والزهرة .

وجود سلسلة من الكرات السماوية المتحركة كما لو كانت متشابكة ويعزى ذلك إلى يودوكسوس (Eudoxus) تلميذ الجلاطون (Plato) وتعتبر هذه النظرية من الممالم الرئيسية لصورة العالم عند أرسطو والتي هي الانحراف الأكثر عمومية عن النظام البطليموسي . يعد أرسطو من أكثر علماء العالم القديم تأثيراً وشمولاً . ومهما تكن العبقرية الني أنشأت هذا النموذج كبيرة فهي لم تستطع تعليل تغير اللمعان أثناء الحركة التراجعية أو تعليل الظواهر الأخرى التي كشفت تقنية الرصد المتقدم عنها.

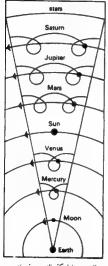


كرات أرسطو السناوية حسبها فهمستهااهاروناوسفي هيئاتشو لتأنشمس والقمر والكواكب الخسة المعروفة حول الأرض ويلي ذلك الكرة السناوية المتحركة التي ثبثت عليها النجوم

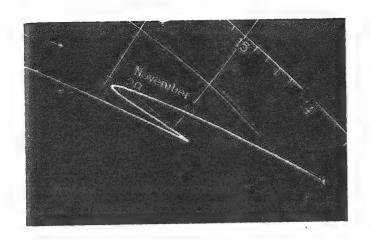
إن الخطوة التالية لتبرير حركات الكواكب وضعها اثنان من أبرز علماء اليونان وهمما أبولونيوس (Apollonius) وهيبارخوس (Hipparchus) وهيبارخوس (Hipparchus) والله أبسط شكل لهذه الآلية هو ، مسجلة حركات التنفس — Spirograph والتي تتحرك فيها دائرة صغيرة بانتظام حول مركزها . هسلما المركز هو نقطة ثابتة من محيط دائرة ثانية تدور أيضاً حول مركزها .

وهكذا تدور الدائرة الخارجية على دائرة داخلية . لقد طرحت هذه النظرية لأنها أكثر ملاءمة . إن الكوكب يقع على الدائرة الخارجية ، وأما الأرض فتمثل مركز الدائرة الدائرة الماخلية . إن الطريق المقترح للكوكب بهذه الطريقة يعلل سبب الحركة التراجعية وسبب از دياداللمعان (بسبب الكوكب أو ابتعاده عن الأرض) . وبذلك أمكن شرح الكثير من الأمور الشاذة .

إن تحديدحركاتجميع الكواكب يستلزم تطبيق الطريقة المذكورة على كل مسار على حدة حيث يختلف قياس الحلقات بين كوكب وآخر كما يختلف عددها وعلى سبيل المثال يتطلب كوكب المشتري احدى عشرة حلقة بينما يتطلب كوكب زحل ثمانية وعشرين حلقة من أجل اتمام مدار كامل .



ضر بطليموس الحركة التراجعية تنجوء وتقير لمعائها حسب الآلية الموضحة في الشكل والتي تصرك الكواكب بموجبها وفق سلسلة من الرواسم التداويرية



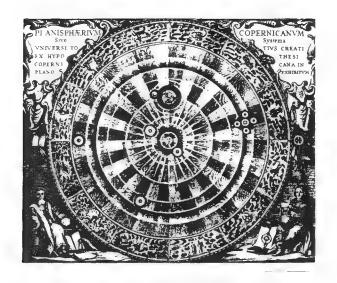
مقطع صنير من المسار الفعلي للمريخ يوضح حركته التراجعيه

و هكذا واستخدام هذه الطريقة يصبح بالامكان وصف جميع ما يخص حركة الكواكب بقدر كاف من الدقة وفي الحقيقة فقد بدت نظرية الدائرتين قادرة على احداث تعميم مدهش واضعه الرئيسي هو بطليموس . يستطيع المرء أن يضيف دائرة ثالثه صفيرة يتحرك مركزها على الدائرة الخارجية للحركة التداويرية الأصلية التي بدورها ذات مركز يستمر بالحركة على دائرة مركزها الأرض . جذه الطريقة وبخدع مشاجة أمكن شرح الكثير من حركات الكواكب . قد تبدو النظرية التداويرية نظرية علمية جميلة ولكنها كانت في الواقع كابوساً .



بطليموس وهو يقيس ارتفاع القمر ترافقه احدى الملهمات. « Muse » ه الملهمة : احدى الإلهات التسم الشفيقات اللوائي يجمين الفناء والشعر والفنون والملوم (في الإساطير الاغريقية)

قد كانت وسيلة تبسيط لتذكر الحركات وتوقعها . بعد ذلك راح الإنسان يتساءل عما ذا كانت حركات الكواكب أبسط مما تشرحه هذا الآلية المقدة ومع هذا فقد سادت هذه الآلية قروناً عديدة لعدم وجود نظرية بديلة . إن التحدي الحقيقي لهسذه النظريسة لم يأت إلا في القرن السادس عشر على يسد العالم كوبرنيق (Nicholas Coperni Cus).

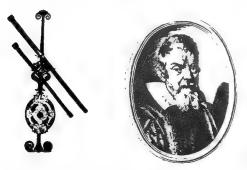


قد ظل العمل الثوري الذي قام به كوبرنيق بنصوص حركة الكواكب والذي أكد فيه نظرية ارتسياخوس التي تقول (عام ٣٠٠ ق.م) بأن الأرض ليست مركز الكون طي الكتمان مدة أربين عاماً قبل أن ينشر عام ١٥٣ وذلك بسبب الممارضة الشديمة التي أبدتها الكيمة وأتباع بطليموس

كان كوبرنيق بحد ذاته موسوعة علمية فقد درس عدداً من اللغات المختلفة بالإضافة إلى القانون واللاهوت والرياضيات والطب والفلك . إن دراسات كوبرنيق أقنعته بأن النظام البطليموسي ليس صحيحاً لأن فيه الكثير من التناقض ما بين النظرية والملاحظه الواقعية . وفي الحقيقة

وجد كوبرنيق اقتراحات تقليدية على تناقض تام مع النظام البطليموسي الذي أراد التحقت منه اقترح منذ زمن أريستارخوس (Aris-tarchus) أن الشمس وليس الأرض هي مركز الكون أي أن الشمس هي مركز الكون أي أن الشمس هي المكن الكرة السماوية الخاصة بالنجوم . أما الأرض التي يعرفها الإنسان العادي بصورة جيدة فتدور حول محور . ثما يعطي ادراكاً مغلوطاً بأن السموات تدور بالاتجاه المعاكس . وبوضع الشمس في مركز جملة الكواكب والنجوم وبافتراض مدارات دائرية للكواكب أقنع كوبرنيق نفسه أولا بأن تغير شدة الضوء وشرح حركات الكواكب يمكن أن يبررا بدون الاستعانة بتمقيدات نظرية الدائرتين المذكورة سابقاً .

لقد كان كوبرنيق قادراً على الاستمرار بحيث يستطيع حساب بعد مختلف الكواكب عن الشمس بدلالة نصف قطر مدار الأرض وهي



نمكن غاليليو باستخدام منظيره الشهيرة من اكتشاف أقمار المشتري الأرسة عام ١٦٦٣ ومن اكتشاف أطوار كوكب الزهرة وهد أرغم عام ١٦٦٣ على الكار تألييه، لنظرية كوبرنيق بسبب محكمة التفتيش

واحدة من واحدات قياس المسافة في علم الفلك . ولكن أبحاثه جرت في وقت ينبغي فيه أن تأخذ جميع المعارف اقرار الكنيسة وكان طريق كوبرنيق وعراً ولكن كفة الميزان ما لبثت أن مالت إلى الجهة المعاكسة عندما اخترع غاليليو — Galileo — منظاره التحقق من افتراضات كوبرنيق وكان تصرف الكنيسة أقل تحرراً فتحوكم غاليليو قبل أن يستجوب . إن التدخل الدبني وضع مهاية فصل لتاريخ وجل

تقدم النظريات السببية:

يجب أن يمتلك المرء التمييز الصحيح بين النظرية الوصفية الصرفه والنظرية السببية . ومن النظريات الوصفية نظريات القرن التاسع عشر التي تناولت علمي النبات والحيوان . لقد صنفت الحيوانات وكذلك النباتات إلى أصناف متعددة ولكن لم تترفر أية نظرية تشرح سبب أنحذ بعض الأصناف شكلا ما دون غيره ، فعلم التصنيف يتطلب مجهودا كبيراً ولكنه لا يقدم توضيحاً أو شرحاً كالشرح الذي نحتاجه في علم الفلك أو علم الفيزياء أو العلوم الكونية بشكل خاص . إن كلا من الفلك أو علم الفيزياء أو العلوم الكونية بشكل خاص . إن كلا من من قديمة جداً وعلى الأقل من أجل الحوادث على سطح الأرض كفكرة فدي البرميل أو اطلاق السهم التي ترى كيفية تطبيق هذه الفكرة على الحركة . ولكن السؤال الذي يطرح نفسه هو امكانية وجود نظرية طارئه تشرح سبب حركة الكواكب وذلك يقودنا إلى نظريات كبلر ونيوتن . كانت نظريات كبلر في الحقيقة تتوسط النظريات الوصفية وليوتن . كانت نظريات كبلر في الحقيقة تتوسط النظريات الوصفية تكوين نظرية سببية وقد نجع في ذلك نجاحاً بالغاً . وهكذا كان تكوين نظرية سببية وقد نجع في ذلك نجاحاً بالغاً . وهكذا كانت تكوين نظرية سببية وقد نجع في ذلك نجاحاً بالغاً . وهكذا كانت

النظريات التي وصعها لحركة الكواكب ذات قيمة كبيرة بالنسبة لنيوتن من أجل ايجاد نظريته السببية .

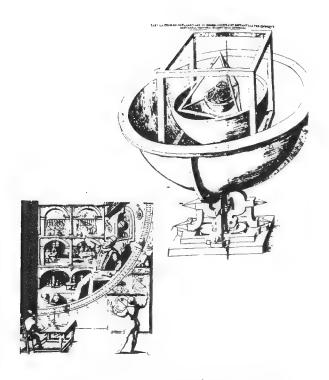
لقد تمكن كبلر بعد قضاء فترة طويلة من المراقبة مدفوعاً بالتظريات الفلسفية العقلية الغريبة من صياغة القوانين الوصفيه التالية عن حركة الكواكب والتي تنص على ما يلي :

١ – لا تتحرك الكواكب في مسارات دائرية بل في قطوع ناقصه وإن أحد عرقي كل قطع هو الشمس ، (إن عمرق أي قطع هو إحدى النقطتين اللتين يستخدمهما بناؤوا الحدائق في رسم أحواض الورود البيضوية ويتم ذلك بوساطة خيط يتم ربطه بكلا النقطتين ، تستخدم هذه الطريقة عادة في وصف القطم الناقص) .

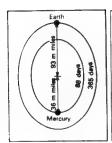
٢ ــ يمسح نصف القطر الواصل ما بين الشمس والكوكب مساحات
 متساوية في أزمان متساوية .

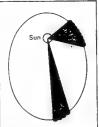
 ٣ ـــ إن مكعب المسافات الوسطيه عن الشمس للكواكب متناسب مع مربعات أدوارها .

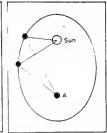
على الرغم من كون هذه القوانين وصفية تماماً فهي تعتبر متقدمة كثيراً بالنسبة للنظرية التداويرية وربما كانت إحدى ميزاتها الهامة هي أنها فصلت المعالم الآلية التي تحتاج للتوضيح . لا يذكر القانون الأول شيئاً عن سرعة الكواكب على مداراتها ولكنه يحدد شكل المدار فقط . أما القانون الثاني فيذكر مقارنة للسرعة بين نقطتين مختلفتين ويربط القانون الأخير سرعة أحد الكواكب بسرعة كوكب آخر . لقدتم هناتبسيط الطريقة العلمية وذلك بتحليل الظواهر المعقدة إلى وحدات بسيطة يمكن أن تشرح بصورة منفردة .



تمكن كيلر بالاستفادة من أرصادرقام به تيخو براهي Tycho Brahe ، باستعمال الربعية البعدارية من ايضاح انشجام الكون بدلاله قياس كرات الكواكب ويرتبط ذلك بمجسمات أفلاطون ومن صياغة فوانيته الثلاثة في الفلك







قرافين كيلر الثلاثة : تنحرك "كبرك كب عل قطوع فاقصة تشكل اشمس أحد محرفيه تمسح الكواكب خلال أزمان متساوية مساحات متساوية يتناسب مكعب بعد الكواكب عن الشمس مع مربع فترة الدوران حول الشمس يوضح الشكل ذلك لكوكبي عطارد والأرض .

لقد توقف التقدم العلمي ولمات من السنين و أثر تأثراً كبيراً بالفكرة القائلة بأن الحفاظ على سرعة معينة يتطلب قوة مؤثرة . ولكن نبوتن وفي عاواة لفهم قوانين كبلر أدرك أن هذا غير صحيح ولا يتنافى في الحقيقة رأي نبوتن مع خبرة الإنسان اليومية كدفع عربه التغلب على قوى الاحتكاك عند الدواليب أو كانزلاق حجر على أرض خشنه . وقد تبنى نبوتن وجهة النظر القائلة (متبعاً فكرة غاليابو الأكثر تعديداً) بأن الحفاظ على سرعة معيد لا يتطلب قوة ولكن تغيير سرعة المحركة يازمه قوه . وهكذا فان قانون نبوتن الأول في الحركة ينص على أن الجسم إذا لم يخضع لتأثير أية قوة فانه يتحرك بسرعة متتظمه ووفقاً لنحى مستقيم وإن تسليط أية موه سيؤدي إلى تغير في الحركة وبالتالي لم نغير في السرعة .

ترى ما هي العلاقة التي تربط قانون نيوتن لأول بمشاهدات كبار التي تحص حركة الكواكب ؟ حتى نفهم هذه العلاقة يجب أن ندرك أن التسارع لا يحدث فقط عند نفير مقدار السرعة ولكنه يحدث أيضاً عندما تغير هذه السرعة اتجاهها كما يحدث بالنسبة الكوكب يسير في فلك بيضوي . هذا الكوكب سيغير اتجاه حركته على الدوام .

لنعتبر على سبيل المثال جسماً مربوطاً بخيط ولنجعل هذا الجسم يلدور في دائرة مركزها اليد . تخبرنا قوانين نيوتن بأنه إذا أفات الجسم فسينطلق في اتجاه المماس الموافق وإلا فان الخيط سيجاب الجسم دوماً نحو مركز الدائرة وسيكون هذا الخيط كما نعام في حالة شد وسيؤثر على اليد بقوة مؤثرة نحو الخارج وعلى الجسم بقوه متجهة نحو الداخل على الله القوه الأحيره في الحقيقة ستجعل الجسم يتسارع باستمراد نحو مركز الدائرة .

وبالعودة إلى الكراكب نجد أنها غير مرتبطه بخيوط مع الشمس وكان رأي نيوتن أن قوة مشابهة تؤثر على الكواكب لتبقيها في مداراتها الإهلياجية حيث ان لم توجد مثل هذه القوة فستتحرك الكواكب في خط مستقيم نحو أعماق الفضاء . وقد دعا نيوتن دذه القوه قوة التثاتل gravitation (أو الثقالة) .

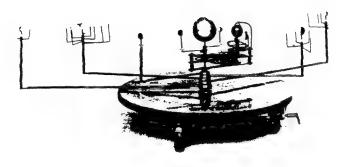
لقد برهن نيوتن على أن قوانين كبار يمكن أن تفسر في ضوء قوى جنب ثقالية تربط ما بين الشمس والكراكب . وقد عم نيوتن ذلك فقال بحتميه وجود قوى تجاذب ثقالية بين أي جسمين . كما اعتبر التسارع الناجج في الجسم مقياساً للقوة الفاعلة فيه . إن المشاددة اليومية ترينا أن بعض الأشياء تتحرك بصورة أيسر من أشياء أخرى ولهذا فلا بد

يعتوي قانون نيوتن في الجاذبية الثقالية على مضامين واسعة أصبحت متأصله في تفكيرنا بما جعلها أمراً مفروغاً منه . في حين أنه كان من الملاهش في وقت ما اعتبار أن ما يجعل التفاحة تسقط هو نفسه الذي يجمل الكواكب تحتفظ بمداراتها حول الشمس. وبعبارة أخرى اعتقد نيوتن أن قوانيته لا تصلح للأرض فقط بل للنظام الشمسي باسره وهنالك بعض الدلائل التي تشير إلى أنه اعتقد بامكانية تطبيق هذا القانون على مجمل الكون . ودكاء تولدت فكرة أبحدت العاوم الكونية عن الأمور النبية المسائل الكونية وهي فكرة أبعدت العاوم الكونية عن الأمور النبية وجعتها في طوق العلوم الطبيعية .

إن علينا أن ندرس بتفصيل أكبر افتراض صلاحية قوانين نيوتن في جميع الأزمان و لأمكانة فهنالك حالة من حالات المشاهدة اليومية التي تبدو وكأنها تشكل استثناء لامكانية تطبيق هذه القوانين الفلصعود نحو لأعلى في مصعد سريع يشعر المرء بأن وزنه يزداد ويشعر كذلك حامل الحقيبة في المصعد وكأن وزن الحقيبة قد ازداد أيضاً عما كان عايه في حالة ثبات المصعد إن هذا ليس بسبب كون المصعد يتحرك نحو الأعلى بسرعة ولكنه بسبب كونه متسارعاً وبصورة مشابهة ففي الطائرة التي تتسارع لأجل الاقلاع تميل الأشياء كالكتب الموجودة فها الذا كان السطح صقيلاً لأن تنجه للخلف ويظهر ذلك تناقضاً ظاهرياً مع قانون نيوتن لأن هذا القانون يقضي بالحاجة إلى قوة تنتج



إذا المدمن بشكل مفاجىء القوى المؤثرة على جسم يتحرك على منحني فسيسير هذ . جسم على عاس المنتمني لحظة انعدام القوى . اكتشف فيوتن أيضاً أن تثير السرعة و مو مالا تجاء فقط لا يمكن أن يتم إلا بوجود قوة مؤثرة بإنجاء التغير



يمثل الشكل نموذجاً ميكانيكياً للمجموعة الشسبية أصبح ثائداً في القرن الثامن عشر كنتيجة من اعتمام الدامة بعلم الفلك مغفرمين بنظريات نيوش إن كوكبيانورافوس دنبترن ومعظم الاقدار الموجودة في الشكل كانت غير سروفة باكنسية لنيوتن وقد اعتدل عل وجودها فيما بعد باستخدام فافوقه العام في العباذية

إن المصعد والطائرة هما مرجعان للمقارنة لا تسري عليهما قوانين نيوتن لأنهما مرجعان متسارعان وقبل أن نستطيع تطبيق قوانين نيوتن مرة ثانيه فان تمويلاً يجب أن يجرى ، ويتم ذلك بأن يطرح التسارع الخارجي المطبق من جميع الأجسام المدوسة قبل تطبيق القوانين وهكذا فسيبقى وزن الحقيبة ثابتاً وستبقى الكتب في الطائرة في أماكنها .

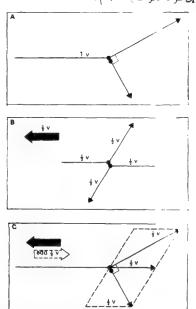
من وجهة نظر نيوتن يوجد فرق كبير بين السرعة والتسارع . فالتسارع حسب رأيه هو شيء مطلق . وبالنسبة لمراجع غير متسارعة لا تتحرك الأشياء بصورة أسرع أو أبطأ ما لم تؤثر بها قوة فهي تستمر بالحركة بصورة متتظمة ولا توجد حاجة هنا للحديث عن التسارعات النسية . إن جميع التسارعات يمكن أن تقاس من وضع عدم التسارع .

يختلف الوضع في حالة السرعة . إذ المستحيل اعتبار أحد الأشياء ساكناً تماماً . ولا يوجد معيار لقياس ذلك فالقطار يتحرك بالنسبة للأرض والأرض تتحرك بالنسبة للشمس والشمس تتحرك بالنسبة للرب التبانه والمجرزت تتحرك بالنسبة لمجرات أخرى فلا يوجد هنالك إذا معيار مطلق ، فالمرء يجتطيع أن يتحدث عن أشياء متحركة بسرع نسيه ، بالنسبه لأشياء أخرى .

لقد اعتبر نيوتن أن لقوانينه امكانية التطبيق في جميع مراجع المقارنة هذه ، لأنها غير متسارعه وتدعى هذه المراجع مراجع عطاليه نظراً لأن عطالة الجسم تبقيه في وضع الثبات أو في وضع الحركة المنتظمه ما لم تؤثر عليه قوه خارجيه . فعندما تنعطف السيارة يبقى راكبوها متجهين باتجاه المماس مالم يتثبتوا جيداً ويطبقوا قوى على مقاعدهم كي يتمكنوا من الانسجام مع حركة السيارة .

وهذا يعني أن لعبة البليارد ، على سبيل المثال ، في قطار يجري بسرعة منتظمه ستستمر وفقاً لنفس قوانين الميكانيك بالنسبة لمراقب ثابت على سطح الأرض (سنفترض دوماً أن سكة القطار ملساء تماماً ولا تسبب أي ارتجاج) وسيتمكن هذا المراقب الثابت من معرفة تأثير الصدم على الكرات وسيتمكن من معرفة سلوك الكرات على الرغم من أن له سرعة تخالف سرعة القطار وحتى يتمكن من ذلك يجب أن يطرح سرعة القطار من سرعة كرات البليارد ، عندئذ يتسنى له أن يعرف ننجة الصدم حسب قوانين نيوتن وحتى تكون نتائج هذا المراقب

موافقة لنتائج أحد المسافرين على نفس القطار فانه يجب أن يضيف صرعة القطار إلى سرعة الكرات بعد الصدم .



نفترض أن لعبة المبليارد تجري بي قطار متحرك. يرى المراقب الموجود فيالقطار الكرة التي تمير بسرعة سر تصدم الكرة التابيخ وتكون الراوية المشكلة بعد الصدم مساويه ٩٠٠ درجة (الشكل) ويرى المراقب الموجود خارج القطار الشكل بهاؤا كانالقطار يسير بسرعة ٢٠١١ روي الحقيقة يستطيخ المراقب الثاني استتاج ما يراه المراقب الأول باضافة سرعة القطار وي الحقيقة يستطيخ المراقب (ج)

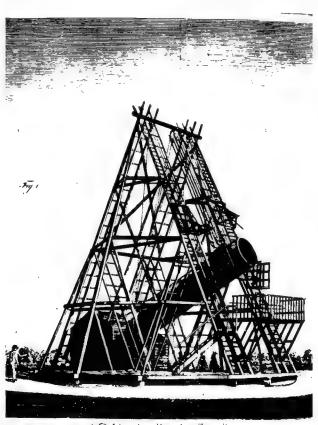
وفي الحقيقة فلا تعتبر هذه العملية عملية معقدة رياضياً ، فمن السهل اجراؤها وهي تتضمن فكرة التحويل التي ذكرت من قبل . إن المراقب خارج القطار سيحول المسألة من داخل القطار إلى خارجه وبعد أن يملها سيعيدها مرة ثانيه إلى القطار . ربما تبدو هذه المسألة المذكورة بلا هدف ولكنها في الحقيقة ليست كذلك لأنه من الأسهل في العديد من المسائل أن يتم الحل من قبل المراقب الخارجي بدلاً من المراقب الداخلي وسيعطي مثال حي حول كيفية تحويل آينشتاين للثقاله خارج الكون حيث توصل بذلك إلى تداخل المكان بالزمان .

إن أية نظرية تخص التناقل الكوني يجب أن تصلح اكامل الكون . وفي الحقيقة فان معظم علماء الكون الحاليين قد طوروا آراءهم انطلاقاً من آراء نيوتن وبشكل أكبر من تعديلات آينشتاين لها ؛ إن نيوتن نفسه لم يتابع المضامين العظيمة لنظريته كما كان متوقعاً .

كان نيوتن على صواب في أن الكون لا متناه في جميع الاتجاهات بعكس ما كان سائداً حين افترض أرسطو كوناً متناهيا في الحجم وأيده في ذلك علماء القرون الوسطى . إن اكتشافات نيوتن أقصت هذه النظرية بعيداً عندما أشار . بأنه لو كان الكون منتهياً فستجذب قوى الثقاله جميع أجزائه إلى بعضها وسينتهي الكون إلى كتلة واحدة أما اذا وجدت بعض المادة على بعد لا نهائي بحيث يكون جذبها الثقالي للأجزاء الأقرب لا متناهياً في الصغر نم عندئذ يمكن لهذه المسألة أن أعلى .

وفي الحقيقة فان هنالك تناقضاً في هذه المناقشة لم يشر إليه حتى نهاية القرن التاسع عشر . فلو كانت المادة موزعة بانتظام ضمن كرة ذات نصف قطر محدد فان حقل الثقالة على حافة الكرة سيكون متناسباً مع نصف القطر . أي أن حقل التجاذب على حافة كرة لا نهائيه _ ويقصد بذلك الكون اللا نهائي _ سيكون لا متناهياً في الكبر عما يؤدي إلى أوضاع فيزيائية مشوشه لا يرغب الفيزيائيون بالتعامل معها . وهذا ما دفع بالفلكي الألماني زيليفر (H.Seeliger) لأن يقترح في عام 1٨٩٥ أن قانون نيوتن في التجاذب التقالي يجب أن يعدل إذا ما أخذت المسافات الكبيرة بعين الاعتبار .

لقد أدرك نيوتن بنفسه أن نظريته عن كون لا نهائي تفترض سريان قوانينه عبره . وفيما لو أدرك صعوبات ذلك فلا نملم المدى الذي وصل إليه . لقد كان نيوتن على قدر كاف من الحكمة بحيث ترك المسألة برمتها معلقه . أما في نهاية كتابه الشهير علم البصريات و Opticks فترك البت النهائي بالأمر إلى الله عز وجل : « . . . إن الله قادر على نخلق جسيمات من المادة في قياسات متعددة وفي نسب متعددة أيضاً في الفراغ وربما في كثافات وقوى مختلفه وبالتالي فهو قادر على تغيير قوانين الطبيعة وعلى صنع عوالم بأشكال متعددة في أصقاع مختلفة من الكون وعلى الأجد تناقضاً في مجمل ذلك » .



المرصد الذي بناه هيرشل جدف دراسة الكون

ولتطوريعب نيوتن

أدت قوانين نيوتن ، عندما اقترحت وبعدما اتضحت نتائجها ، إلى تحقيق انجازات هامه ، فقد تم وصف مسارات الكواكب وصفاً دقيقًا . لا تتحرك هذه الكواكب في الحقيقة على قطوع ناقصة كما ننبأت النظريه ولا تخضع فقط لتأثير الشمس وإنما تخضع لتأثير الكواكب الأخرى . وعندما أخذ تأثير هذه الكواكب بعين الاعتبار تم اجراء الحساب الدقيق للمسار في كل حالة تقريباً ، وقد أدى نجاح هذه الطريقه إلى اكتشاف كواكب جديدة . لقد ظل كوكب زحل حتى عام ١٧٨١ أبعد الكواكب المعروفة إلى أن اكتشف السير وليم هيرشل (Sir William Herschel) الكوكب اورانوس خلال عملية رصد روتينية في السماء ، وفي الحقيقة فقد رصد هذا الكوكب حوالي عشرين مرة ما بين عام ١٦٩٠ وجام الإكتشاف ولم يعتبر إذاك إلا نجماً عادياً . إن مراقبة هيرشل لهذا الكوكب مكنته من تحديد تفاصيل مداره . هذه التفاصيل التي لم تؤكد برصد لاحق . وكان التناقض كبيراً عندما ترين في عام ١٨٢٠ أن موضع الكوكب الحالي لا يتفق مع موضعه السابق ولا مع قانون نيوتن في الجاذبية .



اكتشف وليم هيرشل كوكب اورانوس واثنين من أتماره الضبة بوساطة المنظاراللي صنعه بنفسه عام ١٧٨١ . إن مرصاه الفسخم الذي يصل بعده إلى ٤ تقماً وبشكل أكثر دقة جهازه فر العشرين قدم مكنه من دراسة ثم تجميع أولى المصنفات عن السلم

لقد شكك الكثيرون في تلك الفترة ، بقوانين نيوتن ولكن اثنين من القلكيين وهما جون آدمس (John Adams) وهو طالب غير متخرج من جامعة كامبريدج واوربان لوفيرييه (U. Leverier) وهو شاب فلكي فرنسي قاما باجراء أبحائهما معتبرين أن قوانين الجاذبيه هي قوانين صحيحة واستتجا عام ١٨٤٦ وجود كوكب آخر خلف مدار اورانوس يخرج اورانوس من مساره المتوقع . لقد مكنت نظرية آدمس ولوفيرييه وباستخدام طرق مختلفة ذات طبيعة رياضيه صرفة من تحديد موقع هذا الكوكب الجديد . وعندما ثم بناء مرصد متقدم في برلين عام ١٨٤٦ رصد هذا الكوكب في نفس الموضع الذي حدداه . هذا الكوكب هو نبتون وأدى اكتشافه إلى اكتشاف أبعد الكواكب المعروفة وهو بلوتو .

لقد حدثت صعوبات جمة حول مركز النظام الشكسي عندما لوحظ أن فلك الكوكب عطارد وهو أقرب الكواكب إلى الشمس يدور الهليلجه ببطء. وقد عزي ذلك لتأثير جاذبية الكواكب الأخرى. ولكن هذا التأثير لا يعلل الدوران الضيل المتبقي وهكذا فقد شكك بعض الفلكيين بصحة قانون الجاذبية أما البعض الآخر فقد توقعوا وجود كوكب صغير اسعوه فولكان و volcan مسؤول عسن التغيرات في مدار عطارد ولكن المراصد لم تقدم أي دليل عن وجود مثل هذا الكوكب كما أن العلماء حاليًا غير ميالين لقبول وجود أجرام في السماء كتيجة لقوة الحساب فقط . وفي الحقيقة فان هنالك تعليلاً آخر لسلوك عطارد سندرسه في فصل لاحق على ضوء النظرية النسبية

لقد نجحت النظرية النيوتنية في حقيقة الأمر نجاحاً بالغاً في حينه ، حيث أن الاستفسارات حولها لم تُسأل إلا بعد ذلك بوقت طويل . ومن بين الأسئلة التي طرحت السؤال الكوني الأصلي التالي : عندما معبار الثبات في هذه الحالة أو بالأحرى ما هو معبار عدم الدوران ؟ معبار الثبات في هذه الحالة أو بالأحرى ما هو معبار عدم الدوران ؟ لا يمكن أن يكون هذا المعيار هو سطح الأرض لأننا نعلم أن الأرض لا يمكن أن يكورها ، كما أن الفلكيين ، حتى يتمكنوا من الاستعراد في مراقبة نجم معين ، كان عليهم أن يتقلوا مراصدهم بشكل منتظم ، وذلك للتغلب على مسألة دوران الأرض إن مراقبة السعاء والتوقعات النظرية كانا ضمين مرجع مقارنة اعتبرت فيها النجوم البعيدة غير ذات حركة عوضانيه . منذ خمسين عاماً طرح السؤال التالي : كيف يمكننا اعتبار النجوم البعيدة ثابته ؟ لقد تعلمنا الآن أن نكون أكثر حرصاً ، وبيسورة مباشرة . فالأمر المهم إذاً هو عدم وجوب وجود حركة تنظرية دورانيه في موجع مقارنة مرتبط بالنجوم البعيدة .





كتيجة الحسابات التي قام جا لوقيرييه ه Leverrier ، والمبنية على الحركة غير المتطلمة لكوكب اورانوس أحكن اكتشاف كوكب نبتون عام ١٨٤٦ وكذلك اكتشاف أحد أتساره , لقد توقع ادس و Adams ، قبل عام من التاريخ المذكور وبصورة مستقلة وجود هذا الكوكب ولكن نتائج حساباته قد أصلت

ولما كانت هذه النجوم قد استعملت ولمثات من السنين كمعبار لمراقبة مدارات الكواكب لذلك لا يبدو أمراً غربياً أن نعتبرها مرجع مقارنة ولكنه مدهش من الوجهة النظرية وبمثل نقطة ثميزة في موضوع الكون الحقيقي . فالتوقعات النيوتنية قد أنجزت بالنسبة للمرجع المطالي المذكور سابقاً وأيدت التجارب ذلك ولكن دون الاشارة إلى ثبات النجوم النائبه . إن مثل هذه المراجع هي المراجع التي تصبح قوانين نيوتن فيها والتي يمكن تحديدها بأجهزة تجربيبة وبدون أي علاقة ظاهرة مع النجوم الثابته . لقد برهن جان فوكو (Jean Faucauk) في عام ١٨٥١ و وبوساطة نواس ذي خيط طويل معلق بنقطة ثابتة وله حرية النوسان جيئة وذهاباً وحيث جعل هيا النواس

يتوس بدون دوران ابتدائي بربطه جانبياً بخيط يحرق فيما بعد ، أن مستوي التوسان سيدور ببط ، بالنسبة إلى سطح الأرض وإذا أبقينا منظارنا مثبتا في مستوي النوسان ودائراً مع النواس فسنجد أننا لم نزل فقط عقبه دوران الأرض لأجل الرصد بل حصلنا أيضاً على إطار مرجع تسري فيه قوانين نيوتن بدقة .

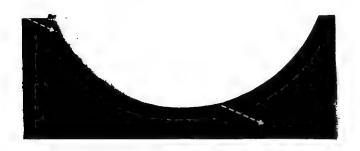


يشير السهم المبين في الشكل إلى أحد أقمار نبتون



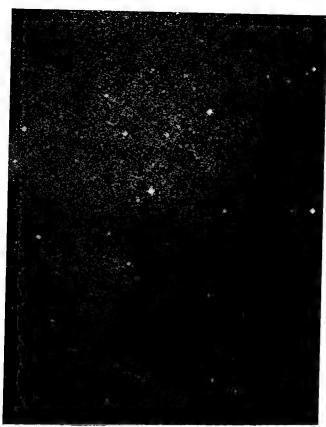
تمكن فوكر « FouCault » من اثبات دوران الأرض حول نفسها بوساطة تجموبت الشهيرة التي أجراها في إحدى كتائس باريس عام ١٨٥١ . عنسا تدور الأرض حول محورها يمغير مستوي فوصان النواس بالنسبة إلى مقياس مثبت علىالأرض.

لم نذكر هنا أي شيء عن النجوم البعيدة في حين عينا مرجعاً اعتبرت فيه هذه النجوم البعيدة ثابته فلا بد عندئذ من وجود علاقة ما بين المراجع المحلية والمادة البعيدة ، ونظراً لصعوبة الافتراض بأن اختيار المرجع سيؤثر على المادة البعيدة فسنجد أنفسنا مدفوعين لأخط





يم كوكب صلاد ثلاث حشرة مرة في كل قرن ما بين الأرض والشمس وبينو سيعش من الأرض كيقمة سوداه صغيرة في قرص الشمس عا يدل على أنه لا يمتلك خلافاً جوياً وقد غن في الماضي بأن مثالك قوى مد يجزريه – متعلقه بالمد والجزر حبيتي أحد وجهى عطارد ياتجاه الشمس بصورة دابحة عما يشبه حركالقسر أيضاً بالنسبة للأرض إن القياسات الرادارية الأغيرة در صطارد يعور حول نفسه مرة في كل مدار أما مدار كوكب عطارد فهو صادة عن تضع فاقص دائر بالفنا في رسمه في الشكل



معيم شمال أمريكا في كوكية الدجاجة . لقد كانت النجوم المرئية في درب النبانة تبدو محاطة بغيوم مديمية شاحبة . ومع التطور الكبير السراصد أصبحنا قادرين ط ادراك وجود الاف النجوم في هذه المناطق

وجهة نظر الفيزيائي الألماني أرنست ماخ e Ernst Mach ه عام ١٨٩٣ القائلة بأنالمراجم المحلية يجب أن تعين حسب توزع وحركةالنجوم البعيدة.

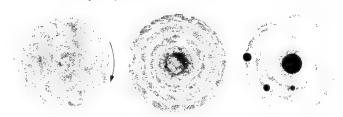
كيف يمكن للنجوم البعيدة بالنتيجة أن تقرر عمل قوانين الفيزياء على سطح الأرض ؟ لفهم ذلك بصورة أحسن سنعود إلى الملاحظات الفلكية التي أجريت في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر .

ما وراء النظام الشمسي :

عندما ننظر إلى السماء بالعين المجردة تبدو النجوم غير موزعة بانتظام على صفحتها ولكنها تشكل جسراً يخترق السماء في المنتصف ؛ إنه درب التبانه ، ولا يظهر في الحقيقة سوى عدد ضئيل نسياً من النجوم في الاتجاهات الأخرى . بالطبع لم يكن من المعروف دوماً أن درب التبانة يتألف من النجوم وقد شغلت المناقشات حول طبيعة درب التبانه المفكرين ردحاً طويلاً من الزمن ، لقد أعار الفلكيون بصورة عامة استناجاتهم حتى منتصف القرن الثالث عشر احتماماً ضئيلاً .

لعل من أبرز المساهمات الفلكية في هذا المضمار هي مساهمة المجانويل كانط (Immanuel kant) من خلال كتابه الحام الأول المسلمة و نظرية السماء ه - Theory of-The heavens - عام ١٧٥٥ وفي الحقيقة لا يوجد أي شك في أن العلوم الكونية الخاصة بنيوتن وكويرنيق كان لحا الأثر الأكبر في مساهمات كانط . تقد صاع كانط مسا عرف فيما بعسد باسم فرضيات كانط مد لابلاس ه كانط مساعرف فيما بعسد باسم فرضيات كانط مد لابلاس وتقول بأن النظام الشمسي قد تشكل من غيمة دائرة من الغاز تبحرت

عنها الكواكب (وذلك يشرح كون الكواكب تقع جميعاً في مستو واحد) وأن بقايا هذه الغيمة أصبحت شمساً . طبق كانط أيضاً نفس الفكرة على مجرة درب التبانة الذي فسره توماس رايت (Thomas Wright) قبل خمس سنوات من ذلك على أنه نظام النجوم ، ولم يكتف كانط بهذا القدر بل اعتقد أن أبعد السدم ربما كانت في حقيقتها تجمعات من النجوم لها نفس نوع مجرتنا و درب التبانة ع . لم يكن كانط في هذا المضمار سباقاً فحسب بل أن المسألة الكونيه ، وهو أمر يستحق الذكر قادته إلى نظريته في المعرفة وإلى و النقد ذو التعليل المجرد ع - Critique of pure reason -

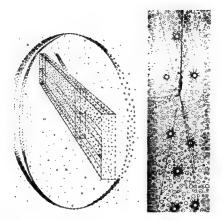


اعظد كانط « Kant » أن النظام الشسي ابتدأ كنيمة ضخمة من الغاز ابتدأت بسبب تقلصها الثقالي بالدوران وقد تباهدت فيما بعد حلقات من الغاز عن المركز ثم تكثفت مشكلة الكواكب

إن أفكاراً كأفكار كانط قد رفضت من قبل الفلكيين في حينه إلى أن رسم السيروليام هيرشل (William Herschel) خارطسة لدرب التبانة معتمداً ولسوء الحظ على افتراضات لها أساس ضعيف . ابتدأ هيرشل بالإضافة إلى ذلك بعمل تصنيف للنجوم المضاعفه (وهي عبارة عن نجمين يدور كل منهما في حقل جاذبية النجم الآخر (حيث كان يأمل في استخدام هذه المعلومات في قياس المسافات . وقسد أنجز في نفس الوقت قياسات لنجوم متفاوتة اللمعان مفترضاً أن و المعان الأصيل على (intrinsic brightness) الجميسع النجسوم واحد ، وهكذا فان مسافة النجم متناسبة مع مقدار الخفوت ، حيث يزداد مقدار المسافه حسب رأي الفلكيين بانخفاض لمعان النجم مما يتضمن بأنه كلما كان النجم أخفت كان أبعد . ونحن نعلم بأكثر من دليل أن ذلك غبر صحيح ؛ فعلى سبيل المثال تتفاوت نجوم الثريا في لمعام وتتساوى تقريباً في بعدها عن الأرض . إن هيرشل عندما رسم مخططاً لدرب التبانه افترض أن النجوم موزعة بانتظام في الفراغ وأنه يستطيع أن يخترق بمنظاره درب التبانة ليصل إلى أقصى المناطق فيها فاحصى عدد النجوم في انجاه واحد مما أعطاه فكرة عن عمقها في الاتجاه المرصود .

ولكن فيما بعد وعندما استخدم هيرشل منظاراً أكبر اكتشف أنه لا حدود لانتشار النجوم واكتشف أيضاً قدراً أكبر من طبيعة السدم .

لقد قضى هيرشل جزماً كبيراً من حياته مأخوذاً ومفتوناً بالسدم ومراقباً لها ومكتشفاً إياها واستفاد كثيراً من فهرس شارل ميسيه بأن للنجوم (١٧٣٠ – ١٨١٧) حيث حاول التحقق من رأي ميسيه بأن السدم عبارة عن نجوم منفردة ، ولكنه في عام ١٧٩٠ وجد سديماً مؤلفاً من نجم مركزي محاط بغلاف غازي . هذا الأكتشاف زعزع نفته في صححة افتراضاته ولم يدرك في حينه أن منظاره لم يكن كبيراً بالقدر الكافي بحيث يستطيع أن يحلل هذا والغاز ، وأن لا بد له من منظار أكبر .



يمثل الشكل الأيمن تصور توماس رايت لمجرة درب النيانه كما ترى من النقطة آ حيث تختلف أحجام النجوم ولكن هذه النجوم تبدو متراصة إلى حد كبير على الرغم من المسافات الشاسمة التي تفصل بينها ريمثل الميافات الشاسمة التي تفصل بينها ريمثل الميرة درب النيانة وقد طبع ذلك عام ١٧٨٤ إن مراقباً من الأرض يرى مجرة درب النيانة اب كحزام من النجوم اب ح م تختلف من حيث الكتافة حسب اتجاه النظر ويرى هذا المراقب فرعاً اضافها فيها هو ه ن يرى لا مناً (ه و و ه)

استمر الأمر على هذه الحال إلى عام ١٨٦٧ حيث حصل تقدم علمي كبير على بد الأمريكي كليفلاند آبي (Cleve land Abbe) الذي افترض وبصورة صحيحة كماسنرى الآن مستعيناً بفهر سالسدم والتجمعات النجمية المادية تنتمي إلى درب التبانه وهي أقرب الينا من النجوم المتوسطة الثالق و المنتمية إليها أيضاً ، وافترض أيضاً أن السدم وبصورة خاصة

تلك التي لا يمكن تحليلها إلى نجوم منفرده تقع خارج المجره ، هذه المجرة التي تتألف بصورة أساسية من النجوم . أما السدم فهي بدورها ومجرات تبانه ، وهذا ما يتفق تماماً مع رأي كانط . بالرغم من ذلك أو لربما بسببه رفض الفلكيون هذه النظرية الكونيه واستمر الجدل حتى أباية القرن التاسع عشر ولم ينته تماماً حتى أوائل العشرينات .

وكان رفض الفلكيين لفكرة الجزر الكونية المنتشرة عبر الفضاء والتي يشكل درب التبانه الذي نعيش فيه أحدها مبنياً بصورة مبدئيه على وجهة النظر القائلة بأن السدم تبدو صغيرة بالمقارنه مع درب التبانة . بالطبع إن حجم السدم الصغير هذا يمكن أن يفسر الآن بالمسافة الأكبر التي تفصل السديم عنا مما ظن الفلكيون آئند ، وبالإضافة إلى ذلك فقد وجه الفلكيون انتقاداً آخر مبنياً على اقتصاد الفرضيات وعلى عمل هار لو شبيلي (Harlow Shapely Work) عام ١٩١٩ حول أبصاد مجرة درب التبانه ، وهو أن في درب التبانة متسماً حتى للسدم الحلزونيه الكبيرة ، وقد استمر الجدل حول هذا الموضوع إلى العشرينات من هذا الكون عندما اكتشفت بعض الطرق لتقدير المسافات ، مما أخى المشكله.

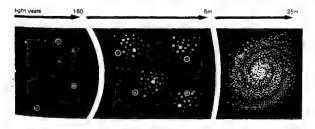
وفي الحقيقة فان من الضروري فعلا ذكر شيء ما عن الطرق التي يستطيع علماء الفلك بواسطتها تعيين المسافات حيث أنه من الأهمية بمكان رؤية كيفية هذه التقنيات في علم الكون . فالمسافة تكون دقيقه بقدر ما تكون طريقة تحديدها دقيقه . ولا بد من الاشارة في هذا المجال إلى أن طرق تحديد المسافات للأجسام البعيدة تختلف عن طرق تحديد المسافات للأجسام القريبة ولا نختاج إلا لقليل من الحرص لتقرر فيما اذا كان علينا بالفعل استخدام نفس طريقة قياس المسافة لكلتا الحالتين . فمن أجل المسافات غير البعيدة جداً تستخدم طريقة اختلاف مكان الرصد (Parallax) فاذا رصد النجم من نقطين تفصلهما مسافة معروفة فان زاوية الرصد لن تكون متساوية لكلا النقطين ويمكن بواسطة حل المثلث الواصل ما بين النقطين والنجم معرفة بعد النجم ، إن أهم ما نحتاجه هو قاعدة مناسبة لهذا المثلث وكلما ازداد النجم بعداً تطلب الأمر قاعدة أكبر وإلا فان علينا قياس زاويتين قريبين من بعضهما عيث يصبح الأمر مهماً :





إن طريقة اعتلاف الرصد محصورة بالنجوم التي لا يتجاوز بعدها حوالي ١٦٠ سنة ضوئية . وبوجد ضمن هذا المدى العديد من النجوم المتحولة عا يمكن من معرفة تجوم متحولة أخرى تبد عنا بمقدار ه هلا يين سه ضوئيه . إن ذلك يحطينا البعد الفاصل عن مجرات متعدة ومن نجوم لا معة في هذه المحرات مثل 181 في اندومها . إن المقارفة ما بين المع النجوم في المجرات مثل 181 في اندومها . إن المقارفة ما بين المع ألمام مقياس المسافة لوسل إلى ٣٥ ما يون

طريقة اختلاف الرصد : إذا وقع النجم على منافة بعيدة جداً بلغ مجموع زاويي القاعدة • ١٨ درجة أما إذا وقع على مسافة أثرب فسيكون هذا المبصوع أدنى من ذلك وستتمكن من حساب المسافة الفاصلة عن النجم بدلالة قطر حدار الأرض. يشكل سطح الأرض قاعدة جيدة لتعبين بعد الشمس وإن اجراء العديد من القياسات طوال العام يمكننا من رسم مدار الأرض بصورة دقيقه تماماً وعندما يتم تعبين هذا المسار تحصل على قاعدة أنسب بكثير من القاعدة السابقة وهي أطول قاعدة يمكن أن تحصل عليها ألا وهي المحور الرئيسي لمدار الأرض حيث يستطيع الفلكي حينه رصد نجم ما من مرصد واحد في منتصف الشتاء وفي منتصف الصيف ولايختلف ما من مرصد واحد في منتصف الشتاء وفي منتصف الصيف ولايختلف الأساس النظري في هذه الحالة وإنما يختلف المقياس فقط.



إن المسافة التي تفصل السدم أكبر من أن تعين بطريقه اختلاف مكان الرصد ولكن طالما بقيت هنالك مسافات سدم كثيرة غير معينه تطلب الأمر طريقة جديدة لإجراء هذا التعيين وإن هذه الطريقة الجديدة تستطيع تقدير مسافات تجاوز المسافات التي تقررها طريقة واختلاف مكان الرصد و ولكن لا يفترض أن تكون متطابقة معها .

من تلك النجوم ، (التي أطلق عليها اسم النجوم المتحولــة (Cepheid Variablea) فيما بعد) وخلال دور معين يتغير عكساً مع مرم مسافته ، و يمكن أن يعزى تغير اللمعان إلى المسافة إذا كانت جميع النجوم ذات الدور الواحد لها نفس الشدة المطلقة .

لقد اكتشفت في عام ١٩٧٧ بعض النجوم المتحولة في احدى المجرات الحلزونية . وبعد عام من ذلك اكتشف النجم المتحول الأول في عجرة المرأة المسلسلة وصنف هذا النجم با M31 . إن تغير سطوح M31 تموذجي تماماً ولذلك فمن المنطقي الافتراض بأن له نفس الشدة المطلقه للنجوم (المتحولة) القريبة منا وبسبب هذا الافتراض أمكن تميين بعد هذه المجرة بدلالة شدة النجوم المتحولة الملحوظه فيها .

إن هنالك عائقاً كبيراً يحد من انتشار طريقة النجوم المتحولة ، وهو أن هذه النجوم في كثير من الأحيان تكون خافته بحيث لا نستطيع تمييزها في سديم نرخب في تحديد بعده . افترض إدوين هابسل تمييزها في سديم ما ما بين عامي ١٩٢٣ - ١٩٧٩ ، من أجل تقدير مسافات سدم أخرى ، أن المم النجوم في سديم ما له نفس الشدة المطلقه لهذا السديم . وبهذا الافتراض وبعد تحليل أشد النجوم لمعاناً في سديم ما يستطيع المرء أن يقارنه باللمعان الملحوظ لألمح النجوم في مجرات معينة M31 في مجرة المرأة المسلمة . أما سبب خفوت اللمعان في المجرة الثانية فيمكن أن يعزى إلى المسافة الأكبر .

إن النتيجة الهامة التي يمكن استخلاصها من ذلك هي التأكيد على فرضية الجزر الكونية ؛ فالمسافة التي تفصلنا عن السدم أبعد بآلاف المرات من المسافة التي تفصلنا عن أبعد النجوم في مجرتنا . وإن السدم عبارة عن مجرات تشبه مجرتنا ولها نفس الحمجم العام وتنتشر في الفضاء . ويتبع ذلك نتيجة غريبة لشرحها علينا الخوض في تفاصيل قياسات يجربها العلماء حول أطياف النجوم .

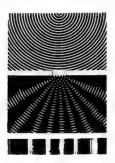


ان سدياً كهذا النرع (The Dumb-bell nebula in Vutpecula) يألف بصورة راضحة بن أجسام متعدة يعتبره هويل كبرى المشاكل في علم الفلك المعاصر ويمكن أن يعطينا دليلا ما حول تشكل السعم .

المعلومات المنتقلة بواسطة الضوء :

عندما يمر الضوء الأبيض عبر موشور فانه بتحلل إلى الألوان المؤلفة له لأن هذه الألوان تنحرف بزوايا مختلفة عند مرورها عبر الزجاج ، وهو نفس الأثر الذي يحدث في قوس قرح حبث نرى شريطاً من الألوان الصافية تبتديء بالأحمر فالبرتقالي فالأصفر فالأخضر فالأزرق ثم البنفسجي ويدعى ذلك بالطيف . وفي الحقيقة فان الموشور لا يزودنا بالطريقة المثاليه تتحليل الضوء ؛ ويسلك العلماء سبلا أخرى في تحليله كالتداخل الذي يسبب انتشار الألوان في زيت عائم على سطح الماء . إن التنبجة في هذه السبل واحدة .

عندما تثار ذرات عنصر كيميائي معين بوساطة الحرارة على سبيل المثال فان ضوءاً ذا ألوان معينة يصدر وبالتالي عندما نتفحص طيف هذا الفسوء لا تظهر لنا حزمة الألوان المستمرة كما في حالة الفسوء الأبيض ويبدو بدلاً عنها بعض الخطوط الحادة التي تحدث في نقاط معينه أما باقي الحزمة فترى سوداء . وعندما يمر الفسوء الأبيض في غاز المعين فان هذا الفاز سيمتص بعضاً من ألوان هذا الفسوء وسيتقطع طيف المحدود الأبيض يخطوط سوداء تدعى ألوان الامتصاص وذلك في مكان الألوان الممتصه فيما لو ارتسمت على الطيف في الحالة الطبيعية وهكذا فعند دراسة طيف أحد النجوم يكون الفلكي قادراً على تحديد العناصر المصدرة للفسوء في النجم ويكون قادراً على تحديد المناصر على تحديد المواداء



يمكن تحليل الفسوء إلى مركباته باستخدام طريفة التداخل حيث تمرر الموجات عبر ثقبين . نتيجة لذك وبالاعتماد عل أطوار هذه الموجات تفني احدى الموجات الموجة الأعرى أو تضخمها

عندما درست أطياف السدم الأكثر بعدأ أظهرت أيضأ نفس النموذج العام للنجوم الأقرب مع الاختلاف الغريب التالي : إن هنالك انحرافا لجميع الخطوط الطيفية باتجاه النهاية الحمراء للعليف ؛ ويعزى ذلك إلى حركة السدم مبتعدة عن الأرض . وعلى أسس من الملاحظة التجريبية لهذه السدم تمكن هابل من القول بأن مقدار الانحراف محو الأحمر متناسب مع المسافة وقد تطابقت نتائج هذه الطريقة مع نتائج طريقة و النجوم المتحولة ٥ . وهكذا أصبح لدينا الآن بهذه الطريقة امكانية معرفة المسافة التي تفصلنا عن السدم البعيدة والتي لا يمكن معرفتها بالوسائل المتوفرة وتعتبر المسافة حيناً. متوافقه مع قانون هابل . وهكذا ومن أجل المسافات الشاسعة تتشكل لدينا طريقة جديدة لمعرفة المسافة ألا وهي طريقة الانحراف نحو الأحمر ، وبذلك يمكننا رسم صورة أشمل للكون ، وتوافق هذه الصورة ما سبق شرحه في الفصل الأول من هذا الكتاب ، وسنرى فيما بعد أن قانون هابل له دلالات هامة أخرى، فقد اكتشفت أجسام ذات انحراف طيفي كبير نحو الأحمر ، وحسب تفسير هابل تقع هذه الأجسام على حافة الكون الملحوظ . لقد أصبحت هذه الأجسام الآن على قدر كبير من الأهمية بالنسبة لعلم الكون .



تجمم الثريا في كوكبة الثور ويظهر الشكل تفاوت لمان النجوم المنفردة



من الأعلى إلى الأسفل : الطيف المستمر الفسوء الأبيض ؛ طيف الشفق الفطني العمير الذي تحدثه الدرات والجزئيات المحرضة في الفلاف العجوي العلوي ؛ طيف ضوء الشمس وقد اعترضه حزم الامتصاص وفي الحقيقة فان من السهل تعيين وجوده في الحالة الشمسية

نحن الآن مستعلون تماماً للقيام بالحطوة التالية حيث أصبح لدينا صورة واضحة وحديثه لتوزع المادة في الكون ولكننا مازلنا نجهل سلوك هذه المادة بمرور الزمن . وفي الحقيقة فان إحدى المسائل الهامة في علوم الكون هي عدم توفر نظرية تشرح سلوك الكون في الماضي وتوضح سلوكه المتوقع في المستقبل وما نعلمه إلى الآن هو مجموعة من الصور غير المكتملة . قبل أن نتابع موضوعنا لا بد أن نستوعب بعضا من التقدم الكبير للفيزياء الذي حدث في القرن التاسع عشر بما يخص طبيعة الضوء .

الضوء :

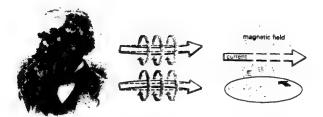
أسست في نهاية القرن التاسع عشر النظرية القائلة بأن الضوء عباره عن اشعاع كهرطيسي وإن مكتشف هذه النظرية يعتبر بحق صاحب الفضل الأكبر في الاكتشافات اللاحقة في الفيزياء التي حصلت في هذا — James cherk Maxwell — القرن . انه جيمس كلارك ماكسويل — 1۸۳۱ وأصبح أستاذآ اللذي ولحد في أدميره و انكلتره ، عام ۱۸۳۱ وأصبح أستاذآ للفلسفة الطبيعية في آبردين عام ۱۸۵۰ واتمند منصباً مماثلاً في الكلية الملكية بلندن عام ۱۸۳۰ وقد أعد خلال ذلك نظريته عن الكهرطيسيه . انتقل بعد ذلك إلى كامبريدج عام ۱۸۷۱ وأصبح الأستاذ الأول المهرطيسية فقد طبع لأول مرة عام ۱۸۷۳ .

إن نظرية ماكسويل تشرح ظاهرة الضوء بصورة دقيقة لا تحتمل الخطأ بحيث نستطيع أن نؤكد بأن الضوء هو أحد أشكال حل معادلات ماكسويل . إن التتيجة المترتبة على هذه الحقيقة عظيمة الأثر ولفهمها سندقق في عمل ماكسويل . لقد عرفت نظرية التجاذب والتنافر ما بين

الشحنات الكهربائية منذ وقت طويل وقد عرف أيضاً في القرن التاسع عشر بأن الشحتين اللتين لهما نفس القيمة وتفصل بينهما مسافة قدرها و تتدافعان بقوه متناسبة مع المقدار كل ونحن نستطيع أن نقول و متناسبه مع و لأن وحدة الشحنة لم تكن معرفة بعد . ولكننا ربما نستطيع تعريف وحدة الشحنة الكهربائية بحيث تكون القوة مساوية لا نستطيع تعريف وحدة الشحنة الكهربائية بحيث تكون القوة مساوية لا يحل وسيشكل ذلك نظاماً كهرطيسياً للقياس . لقد أتم ماكسويل عملية التوحيد التي ابتدأها ميشيل فاراداي و Michael Faraday » ما يين هذه النظرية والنظرية المغناطيسية .

لقد ابتدأت مسألة المناطيسية تاريخياً بمناقشة القوة المتبادلة بين مغنطيسين ، ولكن اتضح في القرن التاسع عشر أن أمر المفنطة ، على الرغم من سهولة احداثه ، هو أمر معقد نظرياً ولا يشكل قاعدة مناسبة لأية نظرية . وعندما اكتشف التيار الكهربائي اتضحت العلاقة التي تربطه بالمغناطيسيه فقد وجد أن التيار الكهربائي الساري بالقرب من بوصاة يحرفها عن وضع الشمال الاعتبادي ووجد أيضاً أن التيارات الكهربائية القريبة من بعضها تؤثر على بعضها بقوى مغناطيسية .

لقد أعطى اكتشاف التيار الكهربائي تعريفاً مرضياً للمغناطيسية على أثبا القوة المتولدة ما بين تيارين كهربائيين ، ونجد أنه من أجل تيارين متوازيين تتملق القوة الجافبة بقيمة هذين التيارين والمسافة الفاصلة بينهما كما في حالة الدفع الساكن ما بين شحنتين كهربائيتين ، فاذا كانقيمة هذين التيارين هي من والمسافة الفاصلة بينهما و تكون القوة المغناطيسية بينهما متناسبة مع المقدار ويهد المناسبة مع المقدار ويهد يوضع العلاقة ما بين نظم متناسبة الساكنة والمغناطيسية .



يظهر الشكل الأيمن أن خطوط الحقل المناطبيي تكون دوائر متمركزة حول التيار وكتيجة لذك تنحرف البوصلة عن موضعها الطبيعي أما الشكل الأوسط فيظهر أن التيارين المتوازيين يطبقان على بعضهما قوة جاذبة ناتجه عن حقلههما المتناطيسيين أما الشكل الأيسر فينشل جيسس كلارك ماكسويل صاحب النظرية الكهرطيسية لمضوء

إن ذلك ليس أمراً غريباً . فلقد علمنا أن التيار الكهرباني ليس سوى شحنة كهربائية تتحرك بانتظام عبر الفضاء ، أو على امتداد سلك ما ؛ وإذا تحركت هذه الشحنه بسرعة قدرها سر فانها ستنتج تياراً قدره كرس وستكون قوة الجلب المغناطيسي ما بين تيارين مماثلين هي كلاسماً . وبعبارة أخرى يبدو واضحاً انه من أجل الإنتقال من نظام الكهرباء الساكنه إلى النظام المغناطيسي يجب علينا الضرب بمربع السرعة ، هنا وعلى الرغم من أننا نستطيع الاستمرار في الشرح إلا أن الأمر سيغدو شائكاً وكثير التعقيد . وهكذا فان واحدة القوى الكهربائية يمكن في الحقيقة أن تحول إلى و احدة القوى الكهربائية بمكن في الحقيقة أن تحول إلى و احدة القوى الكهربائية سرعة الضوء .

للاحظ هنا مرة ثانية أنه ليس من الغريب وجود سرعة الضوء

في نظرية ماكسويل التامة حيث شرح الضوء بدلالة حقول مغناطيسية وكهربائية متغيرة . وتؤكد نظرية ماكسويل أن لدينا طريقتين مختلفتين لقياس سرعة الضوء تعطيان الناتج نفسه : الأولى هي مقارنة واحدة القوة المكهربائية مخبرياً حيث ترتبط هاتان الواحدتان كما رأينا بمربع سرعة الضوء . أما الطريقة الثانية فهي قياس صرعة الضوء مباشرة عن طريق قياس الزمن الذي يستغرقه الضوء لقطع مسافة معلومه .

يبدو ذلك بمجملة رائماً ، حتى إذا ماعدنا إلى نيوتن لوجدنا ن قوانينه قد شكلت لتسري في جميع المراجع العطالية ، فهي صاخة في المختبر الساكن وصالحة في القطار المتحرك فمن الطبيعي إذاً أن تسري قوانين ماكسويل في هذه الشروط ، ولكن مشكلة تبرز هنا ، إن حساب القوة المغناطيسية بين تيارين يتطلب معرفة سرعة الضوء وربما كانت صرعة الضوء في المختبر معروفة ولكن ماذا عن سرعة الضوء في قطار متحرك . إن قوانين ماكسويل لا تذكر شيئاً عن قياس الضوء في هذا القطار فهل يجب أن تقاس السرعة بانجاه القطار أو بانجاه مخالف أو

لنفترض أن شخصاً يسير بسرعة ثلاثة أميال في الساعة ضمن قطار يسير بسرعة ستين ميلاً في الساعة وبنفس الاتجاه فستكون سرعة الشخص بالنسبة للأرض ثلاثة وستين ميلاً في الساعة وبمناقشة مماثلة ستكون سرعة الضوء المتحرك من مؤخرة القطار إلى مقدمته مساوية لمرعة الضوء مضافاً إليها سرعة القطار . فاذا حسبنا القوة المغناطيسية ما بين تيارين بناء على هذا الافتراض فسنجد أن هذه القوة مقاسة في القطار أكبر منها مقاسة في المخبر وذاك لا يناني المنطق فقط بل يناني الملاحظة التجريبية . فعند قياس القوه المغناطيسية سواء في القطار أو المختبر نجد نتيجة و'حدة . ما هو الخطأ في الأمر إذاً ؟ .

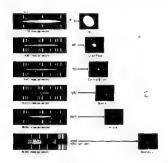
إن من غير المقنع من الناحية الفلسفية اعتبار أن قوانين نيوتن تعمل في شروط معينة وقوانين ماكسويل تعمل في شروط أخرى . إن الطريقة الوحيدة للخروج من هذا المأزق هي ادراك الغرابة التي تكتنف سرعة الضوء ، ولن تكون هنالك أية مشكنة إذا اعتبرنا سرعة الضوء ثابتًا مطلقاً لا يتأثر بسرعة المصدر أو لمستقبل ، حيننا ستعمل فوانين ماكسويل في جميع المراجع العطالية كقوانين فيوتن .

ربما بدت تلك الفكرة مخالفة المنطق ولذلك شرع العلماء بالتأكد منها تجويبياً. وقد فكر ماكسويل نفسه بقياس سرعة الضوء في اتبعاه دوران الأرض حول الشمس وفي تجاه معامد ومقارنة النتائج. ثم إجراء هذه التجربة عام ١٩٨١، على يد الفيزيائي مايكلسون (A.A. Michelson) ، واعادتها بمساعدة مورلي (E.W Morley) بعد ست سنوات من ذلك .

إن هنالك عقبات هائلة تعين اجراء مثل هذه التجارب على الأرض فالأرض تتحرك بسرعة حميلاً في الساعة ويكافيء ذلك سرعة فالأرض تتحرك بسرعة حميلاً في الساعة ويكافيء ذلك سرعة الأرض الممال فقط في الثانية بينما سرعة الضوء هي اتجاه دوران ألا الأرض وفي اتجاه معامد فان هذا الاختلاف سيكون صغيراً جداً بالطبع. وفي الحقيقة فان الفرق الزمني المتوقع حسب التجربة هسو الملل في المتجربة وسائل غاية في المدة ووجدوا بأنه إذا كا الله أدنى ختلاف في سرعة الضوء حسب الاتجاهين المدروسين فانه أدنى من الحمالة ويكن أن يمكن أن يفسر بسبب السرعة الإضافية للأرض في أحدالا تجاهين فقط دو نما الاتجاها الآتجاه الاتجاها الآتجاه الأتجاه المتحليل في المسر بسبب السرعة الإضافية للأرض في أحدالاتجاه بين فقط دو نما الاتجاه الآتجاه الآتجاه الاتجاه الإنجاء المناسب السرعة الإضافية للأرض في أحدالاتجاه بين فقط دو نما الاتجاه الآتجاه المتحدالة على المتحدالة على المتحدالة المتحدالة على المتحدالة المتحدالة المتحدالة المتحدالة المتحدالة المتحدالة المتحدالة على المتحدالة على المتحدالة المتحدالة

أذلهرت هذه التجربة بأن القوانين المحددة لسرعة الضوء تختلف عن القوانين المحددة لسرعة الأشياء الأخرى ككرة المضرب ، وأن سرعة النموء ثابتة ومستقلة عن كون المنبع أو المستتبل ثابتين أو متحركين. أثقات فكرة ثبات سرعة النموء قوانين ماكسويل ولكنها فتحت الطريق أمام مشاكل جديدة.

لقد تمخضت عبقريسة ألبرت آينشتاين « Albert Einstein عن أن الجواب على المشاكل المطروحة يكسن في مشكة لا تتعلق بكينية قياس الفوء ، وذلك كما سنرى الآن قاده إلى صياغة نظريتي النسية اللتين تجسدان نظرية جديدة المجاذبية الثقالية . إن معرفتنا عن الكرنية ستصل حالاً إلى نقطة انعطاف مذهلة .



يظهر الشكل أطياف بعض السدم حيث يزداد الانحراف نحو الأحمر بازدياد المسافة أما الطيفين العلوي والسفل فهما طيفان مخبريان وقد وضعناهما هنا من أجل المقارنة فقط . تماد السهام البيضاء على مدى انحراف عطي الكالسيوم وتدل للدوامة على أن طيف 2025 ينحرف بشكل كبير يختفي حطا الكالسيوم نحو اليمين . وإن خطوطاً أخرى يجب أن تحصا



عندما التقطت هذه الصورة ؟يـثنـين Einstein عام ١٩٥٤ في مـترله في برئيــتون Prinston كان يبلغ من العمر خمــاً وسبين عاماً . وقد كانت برئيــتون موطئاً له منذ عام ١٩٣٣ . لقد قضى السنوات الشرين التي سبقت وفاته في محاولة بالشمة لا يجاد نظرية توحد الأجزاء المختلفة الفيزياء الحفيثة التي تشمل التقالة والكهرطيــة وميكانيك الكم

د فنسبية

إن التفرة الكبيرة التي سنتحدث عنها الآن والتي انبقت بسبب التضافر المددش بين التقدم النظري والملاحظة التجريبية، وهو ما يحدث بين الفينة والأخرى في تاريخ العام . إن التقدم النظري الذي سنناتشه في هذا الفصل بخص اتحاد فرعين أساسيين من فروع الفيزياء هما الميكانيك (ويشمل ذلك نظرية الثاله) والضوء . لقد نبع اتحاد العادين نتيجة لطرح السؤال التالي : ما هي الشروط التي بجوجبها يستطيع الرء أن يثبت بأن حادثتين في مكانين بعيدين عن بعضهما هما حادثتان متزامنتان ، أي تقعان في زمن واحد ؟ يبدو للوهلة الأولى أن طرح مثل هذا السؤال ليس سوى افتعالد صعوبة لا مبرر لها . إن الزمن في مثل هذا السؤال ليس سوى افتعالد صعوبة لا مبرر لها . إن الزمن في المحقيقة اصطلاح مناسب نستخدمه في ترتيب الحوادث (أي الأوقات الي جرت فيها الحوادث) ونحن نفعل ذلك بالنسبة للحوادث القريبة منا بوساطة ميقاتية اليد أو الميقاتية المائية أو احدى أدق الميقاتيات الذويه. ولكن مهما تكن دقة الأجزاء الزمنية المقيسة فنحن نظل فرتب الحوادث التربية ولكن مهما تكن دقة الأجزاء الزمنية المقيسة فنحن نظل فرتب الحوادث التربية المقيسة فنحن قطل فرتب الحوادث المربقة أخوى .

يعد آينشتاين الشخص الأول الذي قدر بأن فكرة تزامن الحوادث ليست بسيطة أبداً كما يبدو ؛ وهي أمر يحتاج التعريف ؛ ولأجل ذلك وضع في عام ١٩٠٥ ما يسمى بالنظرية النسبية الخاصة وهذه النظرية توحد في الحقيقه ما بين علمي البصريات والميكانيك ولكنها تستثني التماله التي تناولتها فيما بعد نظرية النسبية العامة . ولكمي يزداد شرحنا وضوحنا نبدأ بلراسة النظرية النسبية الخاصة .

لنعد الآن إلى مقولة آينشاين بأن تزامن الأحداث في مسافات بعيدة هو أمر يحتاج التعين . وعدما يتمكن المرء من التحقق من هذا التزامن بطرق عملية يستطيع فعلا أن يقول إن هذه الأحداث مترامنة . تتضمن الطرق العداية هذه بالضرورة نقل المعاومات من منطقه أحد الحوادث إلى منطقه حادث ثان أو من المنطقة بلى مراقب عام . وإذا ابتدأ المرع بتطبيق هذه الطرق العداية فسيتضح له أن نوع الاشارات المستخدمة له أهمية خاصة . فيستطيع المرء استخدام اشارات مختلفة صوتية أو ضوئية . وأيمن نعام أن تاثيجهما ليست متماثاة . وإن استخدام كلا نوع الاشارات ربما قاد إلى وضع متناقض . عندما يراقب المرافق له . إن مثل هذا التناقض يمكن أن يعال بالقول بأن سرعة الصوت تختلف عن سرعة الضوء ويظهر ذلك إذا أنه ينبغي التركيز على نوع واحد من الاشارات .

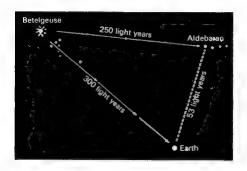
يقدم لنا الضوء الواسطة الأسرع والأنسب في نقل الإشارة حيث يحتل الضوء مركزاً متميزاً في النسية الخاصة بسبب نتائج التجارب الضوئيه وبسبب كون سرعة الضوء فكرة غير بسيطة وتختلف عن سرعة كرة المضرب مثلاً. لقد تبين لآينشتاين أن كلا المسألتين، أي الغرابة الكامنة في سرعة الضوء والحاجة إلى تعريف التزامن لحادثتين ،

بعيدتين يمكن أن تحلا في تجربة واحدة يستخدم فيها الضوء كواسطة لنقل الاشارة .

انتخيل الآن أن لدينا مراقبين أحدهما فم ساكن في مرجع عطالي ورصد مراقباً آخراً ب يتحرك مبتعداً عنه في مرجع عطالي آخر (كسفينة فضاء مثلاً) ولنفرض أنهما ضبطا ميقاتيتهما عندما كان المرجعان منطبقين في مكان واحد . لنفرض الآن أن فم أرسل ضوءاً أو إشارات راديوية نحو ب وسجل أوقات ارسالها . هذه الاشارات ستنعكس من ب وسيسجل فم أيضاً أوقات العودة . إن فعل الانعكاس سيؤخذ كحادثه جرت عند ب . وهكذا فبتالي الاشارات سيدرك فم تتالي الحوادث عند ب . إن فم يستطيع أن بحدد أوقات هذه الحوادث وأوقات حوادث أخرى تجري عند ب إذا توفرت لديه القاعدة التي تربط بين زمني ارسال الإشارة واستقبالها وبين زمن انعكاس هذه الإشارة .

إن مثل هذه القاعدة لا يمكن أن تتعين بصورة تجريبية لأن ذلك يعني وجود وسيلة يمكن بواسطتها محاكمة تزامن الحوادث ، في حين أن هدف البحث هو ايجاد هذه الوسيلة ؛ ومن ناحية أخرى فان هذه التاعدة ليست اختيارية تماماً حيث يتضح جاياً أن الزمن المشير للانه كاس واقع ما بين زمني ارسال الإشارة واستقبالها . وفي الحقيقة اذا اعتبر كل من المراقبين أن الزمن مداو للصفر لحظة ضبط الميقاتيتين وأرسل المراقب المشارة أولى اتبعها باشارة ثانية بعد زمن يعادل ضعفي زمن ارسال الإشارة الأولى فسيستقبل جواب الإشارة الثانية في زمن يعادل أيضاً مخدال ضعفي زمن الإشارة الألول فسيحقي زمن الإشارة الألول فسيحقيل مجاب الإشارة الثانية في زمن يعادل أيضاً ضعفي زمن المدالة مضعفي زمن الإشارة الألول وسيكون ما مبتعداً أيضاً مقدار الضعفين . يبدو من هذه المحاكمة أنه من الطبيعي اعتبار زمن الانعكاس

الثاني مساوياً ضعفي زمن الانعكاس الأول. وبمحاكمات مشابهة يمكن اعتماد قاعدة وحيلة وهي قاعدة بسيطة جداً لتحديد أزمان الحوادث البعيدة. وهي اعتبار أن زمن حادثة الانعكاس هو متوسط زمني الارسال والاستقبال ويسمى ذلك بقاعدة آينشناين.



يعتبر تزامن الأحداث في مناطق لا تفصل بينها مسافات شاسعة كمناطق عل مطع الأرض أمراً واضحاً ولكن هذا الوضع يختلف حينما نفصل بين المناطق سافات شاسعه وعل سبيل المثال فان الفحو، العمادر عن انفجار في منكب الجوزاء Betelguse لا يصل إلى الأرض وإلى يرج الثور في وقت واحد وذلك بسبب التفاوت الحائل في المسافة وسيشيره ذلك إلى توقيت مختلف الحدث

يمكن بهذه الطريقة شرح كل شيء من وجهة نظر المراقب أ ولكن لما كان كل من المراقبين أ و ب يتحركان بحركة نسبيه منتظمه فانهما يجب أن يعطيا أوصافاً متكافئة للظواهر الميكانيكية بسبب كونهما رابتين في مرجعين عاليين . لنفترض الآن أن س يحمل ميقاتية بماثلة أما لميقاتية في مرجعين عاليين . لنفترض الآمر أكثر خصوصية، أن فه أرسل اشارة نحو ب بعد مضي ثانيه واحدة على التقائهما ولنفترض أن هذه الإشارة بعدما انعكست قفات راجعة إلى ف فحسب قاعدة آينشتاين يمكننا التول إن وقت الانعكاس على ب حسبما يعينه فه هو متوسط وقتى الاصدار أي (ثانيه واحدة) ، والعودة . هل يعني ذاك أن ب سيسجل زمن وصول الاشارة من فم كما تعطيه القاعدة ؟ يجب الإنتباه جيداً هنا حيث ذكرنا سابقاً أن قاعدة آينشتاين ليست تجريبية بل اصفلاحية في حين أن قياس ب الزمن هو حقيقة تجريبية وهكذا فلا تعطينا القاعدة أي مبرر للافتراض بأن ب سيقيس زمن الإشارة القاعمة إليه حسبما حددها في مبرر للافتراض بأن ب سيقيس زمن الإشارة القاعمة إليه حسبما حددها في

وعلى المحكس من ذلك فان نظرة أعمق إلى الأمور ترينا أن منل هذا الافتراض مناف المنطق. فلنفترض أننا فرى الأمور الآن وفقاً لوجهة نظر ب ولنفترض أنب لا يحمل معه جهازاً مرسلاً في سفيته الفضائية بل يكتفي بعكس الإشارات الواردة من أ . ولنفترض جدالاً أن الزمن المقيس من قبل ب لحوادث الانعكاس مساو الزمن المعين من قبل أ لهذه الحوادث وفقاً لقاحدة آينشتاين . إن التكافؤ الكامل ما بين أ و ب في جميع المعايير يقضي أن تكون المناقشة المكوسة صحيحة ورقوي أيضاً للى أن الأوقات المقاسة من قبل أ الحوادث وفقاً لقاعدة مساو أيضاً للتقديرات ب عن أوقات هذه الحوادث وفقاً لقاعدة آينشتاين وسنجد أنه من المستحيل لكلا الحالتين أن تتحققا وأن الطريقة الوحيدة للحفاظ على التناظر هو افتراض عدم التحقق .

يعتمد زمن عودة الإشارة المرسأة إلى ﴿ ، التي أرسات في الثانيه الأولى ، على مدى ابتعاد ب وبالتالي يعتمد على مقدار سرعة الابتعاد ما بين ﴿ وب الفترض على سبيل المثال أن ﴿ وب الفصلان بسرعة يمكن أن تعيد الإشارة إلى ﴿ . بعد مضي ٤ ثوان على التقاء ﴿ وب وعند تطبيق قاعدة آينشتاين من أجل تحديد زمن الانعكاس على ب من قبل ﴿ فان ذلك يكون بأخذ متوسط الرقمين ١ و ٤ أي ٢٥٠ وبفرض أن بسيقيس زمن الانعكاس بقدر مساو أي ٢٥٥ أيضاً وهذا يعني أن الإشارة انعكس عنده وبدأت بالحركة نحو ﴿ عند زمن قيس من قبل بوهداره ٢٠٥ ثانيه .

لنفترض الآن أن ∫ مراقب متعاون ، وأنه حالما استقبل جواب الشارته الأولى من ب أرسل اشارة جديدة ونظراً لأن ذلك قد حدث ابعد مفي ٤ ثوان على التقاء ∫ ، ب أي في زمن مساور لأربعة أضعاف زمن ارسال الإشارة الأولى فسيكون كلا من ∫ و ب قد ابتعدا أربعة أضعاف المساقة وسيكون زمن الانعكاس الثاني مساوياً أربعة أضعاف زمن الانعكاس الثاني مساوياً أربعة أضعاف زمن الانعكاس الثاني مساوياً أربعة أضعاف زمن الانعكاس الأول أي 10 ثوان .

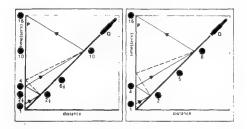
لنفترض أن الإشارة الأولى المنعكسه على ب إلى ﴿ والاشارة التالية التي بنت من ﴿ يمكن اعتبارهما كاشارة منطأقه أصلاً من ب ومنعكسة على ﴿ لتعود إلى ب . يمكن حينئذ باجراء عاكمة مماثأة استخدام قاعلة آينشتاين في تحديد زمن الانعكاس على ﴿ وذلك بأخذ متوسط الرقمين ٢ ٢/ و ١٠ أي ٢ ٤/٩ ، ولكننا رأينا سابقاً أن هذه الحادثه قد قيست من قبل ﴿ كأربع ثوان . وهكذا فائنا نرى أن الزمن المعين عن بعد وفقا لقاعدة آينشتاين يقوق الوقت المقيس محاياً بقدر كبير (بحدود ٠٠ بالمائة

رُقْرِيبًا ، ونظراً لأن الاعتبار الفائل بأن تعينيات ﴿ سَتَمَقَ مَعَ قَيَاسَاتَ ۗ . فالتناقض قد قاد إلى نتيجة مفادها أن تعينيات ب أكبر من قياسات ﴿ . فالتناقض أصبح واضحاً في حقيقة أن ﴿ وب متساويين في جميع الاعتبارات . إن اسهام آينشتاين كان بالطبع تعيين الطرق التي يختلف فيها ﴿ و ب .

لقد برهن آینشتاین أنه اذا تحوك مراقبان بسرع نسبیة كبیرة (تقارن بسرعة الضوء) ، احدهما بالنسبة للآخر ، فانهما سیقیسان الأزمان بشكل مختلف ؛ أما حجم الاختلاف فیعتمد علی هذه السرع النسبیة . وفی المثال المذكور كانت السرع النسبیة مساویه $\frac{\gamma}{\sigma}$ سرعة الضوء . نقد أظهر آینشتاین أن تعیین الوقت أو الزمن للأماكن المحیدة سیکون أكبر من قیاس الزمن بصورة عملیة بمقدار γ بالمائه . وبعبارة أخرى فسیعین γ الانعكاس علی ب بمقدار γ ثانیه فی حین أن سیقیسه بمقدار γ ثانیه فی حین أن سیقیسه بمقدار γ ثانیه وسیعین γ الانعكاس الثانی علی ب بزمن قدره γ ولئ γ ولئ وان وسیظهر فرق γ ولئ γ

يجب أن يكون واضحاً أن هنالك طريقة وحيدة للربط ما بين أزمان الحوادث المقاسة محياً بما ينشق مع المنطق. إن جميع هذه المناقشة لم تعالج سوى نصف المشكلة ويجب البدء الآن بمناقشة النصف الآخر وهو الخصائص الغريبة لسرحة الضوء. في المثال العددي المذكور كانت ب تبتعد عن ﴿ وعين ﴿ كادتُهُ الانعكاس

الأول على م زمناً مقداره $\frac{1}{V}$ ثانيه فهو سيعين بالتالي المسافة التي تفصله عن م بما يساوي ($\frac{1}{V}$ سـ ۱) × ص $= \frac{1}{V}$ 1 ص ، حيث ض هي سرعة الفيوء ، وهذه هي المسافة التي يستطيع الفيوء أن يقطعها خلال رحاة الإشارة . إن م قد وصل إلى هذه المسافة خلال زمن مقداره ثانيتان ونصف (حسب في وهكذا فسيعين في الم بسرعة مقدارها $\frac{1}{V}$ ش $= \frac{1}{V}$ ض (ولما كان كل شيء متناظراً بينهما فان مسيقيس نقس سرعة التراجع $= \frac{1}{V}$) .



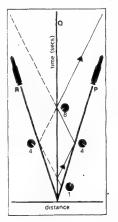
ليكن المراقبان ا ، ب بحيث بيتعدان عن بيضهما في أطر طالية مرجعه وبحيث يرسلان إلى بعضهما اشارات ضوئه . يرى مل الشكل الأيسر أرمان انصكاس الإشارة طل
ب عندما يتحرك عل سداره كما يحسيها او بقا لقامدة اينتخابين . إذا قبلنا
هذه الأزمان وطبقنا نفس القامدة نجد أن ب يحسب زمناً مختلفاً
لاشارة التالية التي يصدرها ا (الخط المنقط) . وعندما
يطبق س (الشكل الايمن) القامدة حسب أزمنته
الناسة قافه يعطى زمناً مختلفاً للاصداء .
إن الخط المصل يربط ما بين الأزمان
المسجلة بين كلا المراقبين.

لنفترض الآن أن ب يرصد سفينة فضاء أخرى هي ح تبتعد عن بع بخط مستقيم مناظر لمنحى \P و بنفس السرعة أي $\frac{7}{2}$ ض . عندما بنظر نيوتن إلى مثل هذا الوضع فان يتردد في القول في أن ح تبتعد عن \P بعر عة مقدارها $\left(\frac{7}{2}+\frac{7}{2}\right)$ ض = $\frac{7}{6}$ ض ولن يتوافق فلك مع المنطق بسبب أنه إذا كانت ح تبتعد عن \P بسرعة $\frac{7}{6}$ ض فان ح لن يتعقط الاشارات القادمة من \P وسيكون ح غير مرثي من \P وهذا لا يمكن أن يحدث لأن ب تستطيع أن تتصل بد ح وليس من الفيروري حينئذ أن تصدر الاشارات عن ب و يمكن أن تأتي أصلاً من \P . وأكثر من فلك غاذا اتبعنا نفس الطريقة التي اتبعناها سابقاً فسنجد السرعة النسبية فل غاذا تبعنا نفس الطريقة التي اتبعناها سابقاً فسنجد السرعة النسبية ما بين ح و \P ، ومن الواضح أن هذه السرعة ستكون أقل من سرعة الفوء . وهكذا عندما نعين أزمان الحوادث بصورة منطقية نلاحظ الطبيعة الشافة و المحددة لسرعة الفوء و ذلك مفيد بسبب الصعوبات التي تعترض التجارب الضوئية .

ولكن إذا تم تذليل هذه الصعوبات فسيكون ذلك اهانة لآرائنا الطبيعية السابقه وأكثر الاهانات طرحاً ما يتعاق بعمر مسافري الفضاء . لنفترض على سبيل المثال أننا نتعامل مع ثلاثة مراقبين ﴿ و ب و ولنفترض أن ح يسافر بسرعة مقدارها ﴿ ض متجها نحو ﴿ وقد ابتذا سفره من مسافة بعيده أما ب فما زال يسافر مبتعداً عن ﴿ كالسابق . دعنا نبتدىء بالمراقبين ﴿ وب اللهين ضبطا ميقاتيتيهما على الصفر لحظة التقائهما . وحتى نعطى المثال صيغة مفهومة سنستخدم نفس الأرقام التي استخدمناها سابقاً ولكنا سنفترض الآن أن هذه الأرقام تمثل أياماً بدلاً من أن تمثل ثوانياً . فيعد يوم واحد سيرسل ﴿ الاشارة الأولى نحو ب

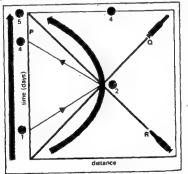
ولنفترض أن ب استقبالها في نفس اللحظة التي كان فيها منطبقاً مع حو الهائد بسفينة الفضاء . إن ب (حسب ميقائيته) قادر على اخبار حب بأنه قد غادر فل منذ يومين. وهكذا سيتوقع حافصه أن يصل إلى فل بعد مضي أربعة أيام بعد ساعة الصفر ولكن فل سيعين لقاء ب مع حقى اليوم لهم وسيتوقع وصول حاليه بعده أيام من رحيل بس .





تدعى هذه الحالة بتناقض الساعات (على الرغم من عدم وجود تناقض هنا) . يمكن في حتيقة الأمر أن يمثل هذا الوضع وضماً آخر وهو انطلاق سفينة فضاء في الساعة صفر بسرعة للله الشوء علمة في الفضاء إلى مسافة شاسعة ثم متخذة طريق العودة بعد مضي يومين اثنين نحو الأرض . وإذا أهمل التأثير المباشر للتسرعات الهائة

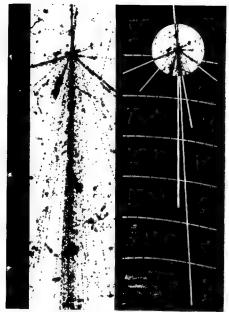
التي تحتاجها من محركات الصاروخ فان نفس الحساب السابق يظهر أن المسافرين على متن هذه السفينه سيكسبون يوماً من العمر بالنسبة لاناس الباقين على الأرض. إن هنالك عدة أمور يجب ان تذكر هنا : أولاً من الممكن ترتيب التسارعات بطريقة لا تنعكس على تسجيل الوقت ، ثانياً ، لا يوجد تناقض في النظرية التي تتنبأ بأن عمر المسافر بسرعة قريبة من سرعة الضوء سينخفض عن عمر المراقب الساكن بسرعة ويبد من سرعة الضوء سينخفض عن عمر المراقب الساكن بقي ساكناً في مرجع عطائي طوال الوقت ولكن المسافر لم يفعل ويستطبع هذا للمسافر لم يفعل ويستطبع هذا للمسافر أن يدعي بأنه قضى تقريباً كل نصف من الرحاة في مرجع عطائي.



التناقض في السامات : إذا فبط حسينات عندما مر به حسيما تشير إليه ميقاتية ب
ب في الغضاء . فانه سيقدر زمن وصوله إلى ا في اليوم الرابع أما ا الذي عين زمناً
مختلفاً القاء بين ب، حساوياً ليوبين ونصف فسيقدر زمن وصول ح
إليه في اليوم الخاس وهكذا فلاراقب الذي تحرك اعتباراً من وضع
السكون في مرجع عطائي وعاد إلى وضع السكون في نفس
الوقت قد تأخرت شيخوخته أكثر من مراقب ظل في
وضعر السكون طيلة الوقت

ثالثاً ، هنالك سؤال يطرح نفسه : ما الذي يشاهده المرء مميزاً عما تتنبأ به النظرية ؛ فاذا كان الأمر يخصى العمايات البيولوجية فلا يوجد هنالك دليل نجريبي على أن عمر الإان يتبع نفس قوانين الزمن التي تستخدم في الفيزياء ، ولما كان طول العمر مسألة تخصى فناء المخلايا وتولدها فان من المدهش حتماً أن يتبع قوانين زمن أخرى ، وإذا رغب المرء في تبني وجهة النظر هذه ليتفادى فرق طول العمر لدى مسافري الفضاء فلا يوجد حتى الآن أي شيء للحض ذلك .

تختاف المسألة تماماً عن العمايات الفيزيائيه الصرفة وسنقدم دليلاً تجريبياً وافياً لما يسمى تمدد الزمن ؛ إن أكثر الأدلة وضوحاً تأتى من الأشعة الكونيه وإن الوابل الرخو الماحوظ على سطح الأرض مؤلف بصورة أساسية من الميوميزونات (Mu Mesons) وهي جسيمات مشحونة ذات كالة تبانع ماثتي ضعف كتلة الالكترون ، وهي جسيمات معروفة بصورة جيدة في المختبر . وهي جسيمات غير مستقرة على الرغم من أن حياتها أطول من حياة معظم الجسيمات الأخرى) . أما فترة حياتها التي قيست في المختبر فتباغ حوالي جزء مسن مليون جزء من الثانيه فاذا عامنا أن هذه الميوميزونات تصدر عن طيقات الجر العالية التي تبعد عن سطح الأرض ما يقارب السته أميال وعامنا أن مبكا ياك ليوتن العادي لا يسمح لها إلا أن تقطع مسافة ٦٠٠ ياردة خلال فترة حياتها حتى لو سارت بسرعة الضوء . إن هذه الميوميزونات َ تسير بسرعة تقارب سرعة الضوء مما يبطىء من شيخوختها . لقله رأينا سابقاً أنه من أجل سرعة مقدارها بِ ض تبطىء الشيخوخة بمقدار ٢٠ بالماثة ، ويصورة مشابهة ، فمن أحل السرع المقاربة لسرعة الضوء بكون التباطؤ أكبر وهو بجدود ٩٠ ٪ بالنسبة للميوميزونات مما يشرح ملاحظه الكثير منها على مستوى سطح البحر .



ن هذا اشكر هد طبع على طبقة حساسة محمولة على منطاد يهداعد في الفلاف الجوي للأرض أما الشكل الأيسر فيمثل اصطلاماً يحدث بين النوى في الفلاف الجوي للأرض ينتج عنه وابل من الميوسيزونات Mu - mesons التي تسير بسرعة تقارب سرعة الفيوه . أما الشكل الأيمن فيمثل تحلا لما يعدث خلال فترة وجيزة لا تزيد على اثنين من مليون من الثانية تستطيع أن تقطع خلالها ١٩٠٠ ياردة . إن وجود السرعة العالم ١٩٠٠ ياردة . إن وجود السرعة العالم يحمل الزمن يتباطأ الأرض بأعداد كبيرة وقد تطعت بذلك ضبرة أمثال

نشر آينشتاين النظرية النسبة الخاصة ، والتي هي بصورة جوهرية ما نحن بصدده الآن ، عام ١٩٠٥ . أما تفاصيلها الرياضية فقد نشرت لوحدها قبل عام من ذلك من قبل لورنشس (loren-tz) . وقسد ظهرت أيضاً عام ١٩٠٥ نشرة مماثة وضعها بوانكاريه (poin caré) فمن العدالة القبل اذاً أن هذين العالمين لهما نفس وجهة النظر التي فصاناها ويكون آينشتاين هو الشخص الأول الذي أدرك المعنى الفيزيائي العالم للتحويلات .



يظهر الشكل الأعل مساد سنيكترون ضخها ميريبركون-Serpur khov-في الاتعاد السونيتي تحت سائر أرضي . ينتظيم هذا السنيكترون تسريع البروتونات إلى سرع تقارب سرعة الهدو . ويظهر الشكل الأدنى جزءاً إلى حالة عالية أجائية من الطاقة .



علم المكانيك ونظرية النسية :

يجب على خطوتنا التالية أن تربط بين جميع ما درسناه وبين عام الميكانيك بصورة الميكانيك ، وحينما نحاول التوفيق بين هذه الآراء والميكانيك بصورة عامة وذلك النت الانتباه إلى أهم أجزاء الميكانيك التي ناقشناها حتى الآن ألا وهي التبالة فان السؤال الذي يتوارد إلى الأذهان هو مقدار التعديل الذي يمكن أن يطرأ على تعريف التسارع في نظرية نيوتن . إن للبينا طريقة وحيدة للشروع في ذلك فنحن نعام ، على الأهل من أجل السرع الصفيرة بالمتارنة مع سوعة النصوء ، أن ميكانيك نيوتن دقيق تماماً وبالتالي فلكي يمكن تصيم هذا الميكانيك يجب عاينا أن نتأكد من أن تتوب السرعة الصفيرة هو نيوتني .

ومن ناحية أخرى لا بد أن تكون هنالك بعض التغييرات عندما ترداد السرعة ، فالتسارع يمكن أن يرتبط إما بالسرعة الإضافية أو بتغير السرعة المرتبطين بالقوة الفاحلة . إن كلا هذين المقهومين المرتبطين تماماً وبصورة تمرخجية بميكانيك نيوثن لا بد أن يختلفا هنا ، فعنيما تؤثر قوة على جسم فان سرعة اضافية ستضاف إلى سرعته الأصايه . هذه السرعة ربما لا تشكل أي فرق إذا كانت السرعة الأصاية قريبة من سرعة الفيوء . لقد طرح نيوثن فكرة الثابت العددي الذي أسماه الكتلة ليقيس المدى الذي يتزوم به الجسم أدال التوى ولما كان تغيير المدرع الذي يتزوم به الجسم أدال التوى ولما كان تغيير المدرع الذيبة من سرعة الفيوء أمراً صحب التحتيق فان ذلك بظهر الدياداً في الكنة الظاهرية عندما تكون السرعة عالية .

وفي الحنيقة فان استخدام كمة التسارع لقياس السرعة الإضافية أو لقياس معدل ازدياد السرعة ، هو مسألة ملامعة فقط . إن الحل الملائم لا يتمثل في هذين الأمرين لأنهما يعتمدان وبصورة معقدة على المرعة الأصاية للجسم ، وذلك مر بك ، لأن السرعة بحد ذائها مقيسة بالنسبة لمراقب معين وتختلف كما يختلف التسارع عند اختلاف المرجع العطالي للمراقب .

وفي الحَتَيْمَة ، فبالنسبة لقضية اختلاف الحركة وفقاً للمراقب ، لا بد من وجود وضعية معينة لهذا المراقب في كل لحظة من اللحظات تجعاه يستطيع اعطاء وصف قيم للحركة ، أكثر مما يعطيه غيره . هذا المراقب هو بالطبع المراقب اللمي يتحرك بنفس سرعة الجسيم المتحرك لحظة دراسة الحركة وبالتالي يكون الجسيم المتحرك بالنسبة له ساكناً . إن وصف هذا المراقب له قيمة خاصة لأننا نعالم بأنه كالما انخفضت السرعة كلما طبقت قوانين نيوتن بدقة أكبر ، وبناء عايه فان أفضل تطبيق لميكانيك نيوتن يكمن في المرجع العطالي الذي يكون فيه الجسم ساكناً ويدعى ذلك بالطبع المرجع الساكن . نستطيع بعد ذلك تعريف التساوع في المرجع الساكن . وهو تسارع نيوتن . وبالطبع فليس من الضروري دوماً تشكيل مرجم ساكن في كل لحظة من اللحظات حتى نتمكن من حل المشاكل في الميكانياك ، فبامكاننا وعن طريق استخدام بعض التحريلات الجبرية ايجاد بعض الصيغ التي نستطيع بواسطتها تقرير حركة الجسم بتأثير قوى معطاه أي في أي مرجع عطالي ولكن يجب الإتباه إلى الشروط المحددة التالية ، أي إلى ضرورة استخدام المرجع السالي ومعرفة التموى فيه وحتى يتم ذلك فان عاينا ايجاد صيغ بدية الجداء ك سر لجسم ذو كتاه ك يتحرك بسرعة قدرها سر وذاك في المبكانيك النيوتني . إن الخريقة المثلى لاكتشاف هذا الجداء هي دراسة تصادم كتائين . نم مقارنة التنافح عبر مراقبين متحركين بحركة نسبية منتظمة . وبالنتيجة

نجد أن تعریف الجداء ك سر يصبح
$$\frac{4}{\sqrt{1-m_{\chi}^2/\dot{m}^2}}$$
 . إن هذا

التركيب يتفق كاية مع التركيب النيوتني ، فاذا كانت قيمسة ألم صفيرة جداً كان الناتج قريباً جداً من ك سر ، أما إذا از دادت السرعة سر فسيأخذ التركيب الجديد قيمة أعلى وإذا استخدم المرء طريقه الصدم . والتي هي من احدى طرق قياس الكتله في المختبر ، لقياس الكتلة فسياحظ أن زيادة الجداء ستعطى زيادة في الكتلة أي أن الكتلة المقيسه هي :

ميكانيات نيوتن .

تتعرض آراؤنا السابقة هنا مرة ثانية إلى مأزق . بسبب الهمفة الفيقة جداً لتجربتنا اليومية ، ولكن ليس هنالك في الحقيقة أي تعارض مع المنطق ، فنحن نفكر غالباً بالكتلة وفقا للمصطلح النيوتني على أنها مقدار ما تجمع في الجسم من مادة . أما من أجل تحديد قيمتها المددية فلا بد من اعتماد طرق تجريبية ، ولا يبرر ازدياد الكتلة فقط بالصور النيونرافيه المجراة على مسارات الجسيمات المتحركة في غرفة الفياب (Cloud chambre) ولكن يبرر أيضاً بآلسة حركسة الجسيمات في حاتمات مدرع الجبيمات ونستطيع القول بأن أدنى خال في ميكانيك

ويجب أن نشير هذا إلى أنه كنما اقتربت سر من ض : كلما أصبحت الكتلة أكبر وبالتالي تحتاج إلى قوى أعظم لتسريع الجسيمات التي تسير بسرعات عاليه . تعد صيغة الكتنة المذكورة مظهراً جديداً من مظاهر سرعة الضوء على أنه سرعة حدية لا يمكن تجاوزها فهي ليست فقط أسرع الإشارات المعروفة بل هي سرعة ثابته بالنسبة لحميع المراقبين ، ويتحذر تسريع الجسيمات إلى سرع أعلى منها ، ومرد ذلك لازدياد كلة الجسيم مع سرعته . ما هو أصل ازدياد الكتلة بازدياد السرعة ؟ في الحتيقة نستطيع أن تتلمس دليلاً إذا لاحظنا :

$$\frac{1}{\sqrt{1-m_{\chi}^{2}/m_{\chi}^{2}}} \# (1+\frac{1}{\sqrt{1-m_{\chi}^{2}}})$$

فمن أجل القيم الصغيرة المُسِنِّ تكون الكتلة المقيسه مساويه للكـــّات السكونية (الموافقه السرعة صفر) مضافاً إليها حد متناسب مع الطاقة الحركية طع = 1 ك سرًّ ويكتب ذلك كما يلى :

و بمكن أن نكاب أيضاً هذا التقريب على الشكل التالي : لئ ض " = ك ض " + طح

وقد ترجم آينشتاين الحدك صُ أبالطاقة الكلية المؤلفة من الطاقة الحركية طح بالإنحافة إلى الطاقة انساكنه ك ض والتي يملكها الجسيم حتى لو كان ساكناً وينتج من ذلك أنه إذا تم تحطيم جرء ولو يسير من كتلة ساكنه ، يطريقه ما ، فإن الطاقة الناتجة ستكون عظيمة وذلك في الحقيقة بسبب الحد ض (الذي يساوي حوالي ٢١١٠ سم ' ثا في جداسة الوحدات السغثية) . و أرى أثر استخدام هذه الطاقة سواء في الخير إو الشر ، وسواء في القنبلة الذريه أم في عطة الطاقة النووية . إن لحده التعديلات في الميكانيك قيمة والغة الأثر في مناقشة موضوع الجاذبية الذي سنعود إليه الآن .





تجارب شامييون التي أجريت عام ١٩٣٣ على اصطدام الكثرونات متحركة بالكترونات ثابتة _ يظهر الشكل الأيسر اصطداماً منخفض الطاقة بحيث تكون الزارية المشكلة بين المسارين بعد الاصطدام بحدود ٩٠ درجة _ يظهر الشكل الأيمن اصطداماً على الطاقة وتكون الزارية التاتجة أدنى من ٩٠ درجة ويعود ذلك إلى ازدياد الكلة بازدياد السرعة

الثقالة:

إن من المناسب عد البدء في هذا الموضوع تذكر الشروط التي تم يمرجها تعميم عام الميكانيك، فنحتاج إلى تعيين المرجع العطالي وإلى تعيين المزجع العظالي وإلى تعيين المؤثرة . إن هذه الشروط محتمة وبدرجة عالية من التقريب بالنسبة إلى جميمات مشحونة تتحرك في حقل كهرطيسي ضمن المختبر . ولكن في حالة حتل الثقالة لا توجد تجارب كافية لتمييز قوى العطالة في مرجع عن قوى العطالة في مرجع آخر . وبصورة أكثر دقة ليس

من الممكن تمييز القوى الثقاليه بصورة مستفنة عن القوى الأخرى الناتجة عن التحويل إلى المرجع العطالي . وستختاط الأمور ببعضها . وقد تصدى آينشتاين لحل هذه المشكلة بعد عشر سنوات من صياغته للنظرية النسبية الخاصة عام ١٩٠٥.

نحن لا نتحاث عادة . كما شرحنا من قبل ، عن القوى الثقالية ما بين الأجسام . لأن التعامل مع هذه القوى لا يعد أمراً مناسباً ، بل حول الحقل الثقالي المحيط بالجسم ونستطيع القول أننا إذا كنا على سبيل المثال قريبين من سطح الأرض فسنجد أن أي جسم ، إن ترك من وضع السكون ، فسيقع بتسارع معين نحو الأرض . هذا التسارع كما رأينا سابقاً ، بخلاف ما بحدث في الكهرطيسية ، لا يعتمد على كتاة الجسم وبخالف في ذلك حالة الجسيم ضمن حقل كهربائي ، حيث يعتمد التسارع حينئذ على كل من الشحنة والكتلة . إن تسارع الجسم الثقيل في حقل الثقالة ، يساوي تسارع الجسم الخفيف وبالطبع وضمن الظروف اليومية ببدو ذاك غامضاً إلى حد ما بسبب الظروف الدخياة مثل مة ومة الهواء . ومع ذاك فان لدينا في هذه الأيام أكثر من دليل ماموس على التلبيعة الشامة للحقل الثقالي الذي نتحدث عنه أكثر من مجرد ستموط الأجسام القريبة من سطح الأرض فرواد الفضاء مثلاً خبروا ظاهرة انعدام الوزن في تابع (قمر صناعي) يسقط سقوطاً حراً في حقل الجاذبية ووجلوا أن انعدام الوزن لا يصيب جزءاً من الأجسام ويترك جزءاً آخر 'و 'ن بعض الأجسام معدوم الوزن في احدى المناسبات وأن بعضها معدوم الوزن في مناسبات أخرى . فالتابع عندما يسقط سقوطأ حراً يصاب كل شيء فيه بانعدام الوزن . نجد من ذلك أن تأثير حقل القالة قد اسقط تماماً . عند النظر إلى الأمور من وجهة نظر المرجع العطالي الساقط بصورة حرة في حقل الثقالة وذلك صحيح نظراً للطبيعة العامة التي يتسم بها هذا الحقل وهي أن تسارع الأجسام لا يعتمد على كتلته .



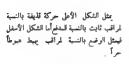
يكون الإنسان في الفضاء معدم الوزن وسواء كان موجوداً ضمن سفنية الفضاء أو خارجها فهو لا يمثلك أي تسارع بالنسبة لأي جسم موجود في جوارهالمباشر

لفد عرف غالبايو أهمية هذه الحقيقة . وقد استعمات في التطور الأخير المميكانيك لتبسيط الرياضيات من أجل وصف حركة الكواكب بنفس الطريقة التي ناقشنا بها الأمر في الفصل السابق . ولكنها لم تدخل بصورة أساسية في النظرية . حيث تم التأكيد في ثقالة نيوتن على طبيعة الحتى المتناسبة مع مربع البعد ، وهذا ما ناقشناه أيضاً سايقاً .

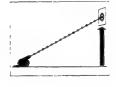
ومن أجل التبسيط لتناقش بصورة أكثر دقة شمولية الثقالة بغض النظر عما ذكرناه حول ضرورة تعديل آرائنا حول موضوع تزاهن الأحداث البعيدة وبغض النظر أيضاً عن التحويلات التي يمكن أن تجري بين المراجع العطالية ، لنناقش الوضع يرمته من وجهة النظر النيوتنية الصرفة : ولكي يزداد شرحنا وضوحاً سنتعرض لمسألة خاصة درسها غالييو في السايق أيضاً ، وهي مسألة حركة القدائف ، فعندما تلقي حجراً في الهواء ستلحظ أنه يتخذ مساراً منحنياً . وفي الحقيقة ، فان عند المنحني معروف تماماً بالنسبة للاختصاصيين في عام الهندسة ويقع تحت اسم التقطع المكافىء . ولقد استخدم نيوتن وأتباعه خواص القطع المكافىء معروفة بصورة جيدة في الوقت الحاضر ، ومن الممتع ملاحظة أن شمولية حقل الشائق وذلك يالاستفادة من رواد الفضاء عند النظر إلى شمولية نظر المرجع الذي يسقط سقوطاً حراً .



هل استفاد نيوتن من التصوير الفوتوغرافي باستخدام وميضي الضوه?تظهر دراسة نيوتن أن القليفة (في هذه الحالة كرة الفولف) تتخذ ممار قطع مكافئء بعد اطلا قها ويساوي التباطؤ عند مفادرة سئو أفقي معين التسارع عند المودة إليه . دعنا نمالج قضية خاصة وهي قضية اطلاق قلديقة ذات سرعة ابتدائية بحيث تصيب هدفاً ، من أجل التبسيط ، واقعاً في نفس منسوب الاطلاق ، وسنكون نحن واقعين بنفس المستوي أيضاً . فلاحظ أن شكل مسار القديقة في حالة المرجع الذي يسقط سقوطاً حراً أبسط بكثير . فنظراً لستوط الجملة سقوطاً حراً لا تؤثر عليها أية قوة ثقالة وستتحرك القدينة ضمن هذا الإطار المرجع بخط مستقيم وبسرعة منتظمة والصعوبة الوحيدة هي أن الهدف في هذه الحالة ، بدلاً من أن يبقى ساكناً فانه يصعد نحو الأعلى بتسارع منتظم ونستطيع ، بسبب ذلك حساب الارتفاع فوق المدفع بمرفة الزمن المستغرق للوصول إلى الهدف .







إن هـ الله طريقة أخرى النظر إلى هذه المسألة ، وهي طريقة مساعدة الأما تؤكد على أن المنهج الذي وصنت فيه التأثيرات دوماً على أما فيزائية قد تحول إلى وصف رياضي في خلفيته ، ففي المرجع الذي يسقط سقوطاً حراً تكون المسارات المحتماة التفايفة عبارة عن مستقيمات ونحن نمام أن (إذا ما استثنينا النقاط) المستقيم هو أحد العناصر الأساسية المشكلة للهندسة الاقايدية ولا بد في الحقيقة أن تقابل كل خاصة من

خواص المستقيم ، انطلاقاً مما ذكرناة ، خاصة من خواص القطع المكافى = (ويصورة عامة أعتد منها) تظهر عند اجراء التحويلات على الخواص السابقة . وهكذا فبدلاً من اجراء التحويل استطيع البله بهذا النوع الجديد من الهندسة التي نستعيض فيها ويصياغة مناسبة عن جزء الخط المستقيم في الهندسة الاقايدية بقطع مكافىء . نستطيع بعد ذلك أن نصف القطع المكافىء بأنه المسار الطبيعي في الهندسة ، ونستتج بذلك أن التذيفة تتحرك على هذا المسار عيث لا تؤثر عايها أيه قوى . ويعد ذلك تعميماً جزئياً لقانون نيوتن الأول .

إن الأمور في الحقيقة ليست بسيطة إلى هذا الحد بسبب دخول عامل الزمن: ان القديفة ترسم خطها المستقيم في سرعة ثابتة بما يدعونا للتوسع قابلاً في أفكارنا الهندسية عيث لا نعني بالنقطة على أنها نقطة فقط ، كما بالنسبة لكتب الهندسة ، بل نقطة مرتبطة بزمن ؛ أي حادثة . وعندما نرغب في الاستمرار في تمثيل الأشكال الهندسية على قطعة من الرق تحتوي على بعدين فقط . تحتاج إلى بعض التقنيات المرتبطة بالمنظور الذي هو وسية تمكننا من جمل ترتبب الأشكال والخطوط ذات البعدين تبدو وكأنها واقعة في ثلاثة أبعاد (عندما نتدرب على النظر إليها بهذه الطريقة (أنه بالطبع أمر معتد ، لذاك فمن الأسهل لنا أن يحدك عن الطريقة (أنه بالطبع أمر معتد ، لذاك فمن الأسهل لنا أن يحدث على حط مستقيم ، أي في بعد واحد ، بعد ذلك نستطيع استخدام الخط خط مستقيم ، أي في بعد واحد ، بعد ذلك نستطيع استخدام الخط ذاك نستطيع الورقة وذلك بمتياس مناسب لتعيين زمن الحوادث ، وهكذا ذاك النقط على الورقة هي صورة مؤلفة من مجموعة حوادث .

الآن يمكن أن تمثل محموعة الحوادث المناظرة و للمواقع المتتالية

اللجسم المتحرك بسرعة ثابتة على خط مستقيم ، ببساطة بخط مستقيم أيضاً ، يعتمد ميل هذا الخط على سرعة الجسم . وعندما ننتقل إلى صورة القطع المكافىء ، تعني الطريقة الجديدة في النظر إلى الأمور أن عاينا استخدام ثلاثة أبعاد أحدها للزمن ، ويتطور القطع في هذه الصورة إلى منحن ذو ثلاثة أبعاد كثير التعقيد . ولا يؤثر هذا التعقيد .



لقد مثلنا الزمن في الشكل بالا تجاه الشاقوني ، أما الحركة ومن أجل النبسيط فهي حركة فيفية منطلقة أفقياً ، أي من خط عمودي على هذه الصفحة وإذا اندمدت قوة الجاذبية كما في حالة مراقب يسقط سقوطاً حراً فان القلوية ستتابع حركتها على هذا العقط المذكور أما إذا كانت هناك قوة جاذبة فاعلة في المستوي الأفقي في الجاه همود على القاري، فسينحني الهار ويتخذ شكل قطع مكافى ، إن المواضع المستابعة القلفية على صمارها ستتم في لحظات ستابعة من الزمن وهكذا يمكن أن عمل القذبية في كل موضع في في كل موضع في في كل موضع في في كل ومضع في في كل بالإيماد بحادثة

إن زمن الحادثة يمكن أن يمثل بالا رتفاع الموافق لموضع النقطة فوق فقطة الاطلاق . يمكن بالإضافة إلى ذلك اسقاط الحوادث الناتجة على خط مستقيم يسمى خط الحوادث يتضح من هذا المثال ، أننا نستطيع أن تحذف حقل الثقالة بوساطة تحويل ما ، على الرغم من كون هذا التحويل لا يجري بين مراجع عطالية كالتي ناقشناها في الفصل السابق. لدينا هنا (كما طرح أحد العلماء الأمريكين) امكانية ، ثقالة بدون ثقالة ، وإذا تمكن المرء من إعادة صياغة بقية قوانين الفيزياء بطريقة لا تتغير عند اجراء التحويلات بين المراجع العطالية فان أبه مسألة ، تخص ظاهرة فيزيائية ، في حقل الحاذبية يمكن أن تحل أولا بوساطة التحويل إلى مرجع خال من الثقالة .

هل الثقالة خدعة بحتة ؟ كلا ليس تماماً . تواجهنا هنا في الحقيقة صعوبتان الأولى هي القدرة على صياغة المسألة الأصلية عند الإنتقال إلى مرجع عطالي جديد متسارع بالنسبه للمرجع العطالي الأصلي ، ويمكن أن يشكل ذلك ترتيباً مطولاً ؛ على الرغم من صحة القول بأن الصعوبات المتضمنه فيه ذات صفة رياضية ، أي أنها تمتمد فقط على براعة الفيزيائي الذي يجري الصياغة ، وأكثر من ذلك أن مناقشة القانيفة قلد تمت في حقل ثقالي منتظم ، وفي الحقيقة فان الحقول الثقالية تكون منتظمة بصورة تقريبية جداً . فالحقل القريب من سطح الأرض هو عقل منتظم ، ولكن حالما ندخل مسارات الكواكب بالحسبان يسري قانون عكس مربع الحقل ولا يوجد هنائك تحويلات متسارعة تستطيع أن تحذف تأثير هذا القانون فاذا أجرى المرء التحويل المناسب في نقطة مينة أو في جوارها فان الحقل يتغير إن ابتعد المرء قليلاً عن هذه النقطة ويجب أن يجرى التحويل حينظ من جديد .

إن حقل الثقالة النيوتني هو في الأصل نوع- من الخدعة ، حيث

يمكن لهذا الحقل أن يحذف في أية نقطة كما رأينا ، وما يهمنا بالفصل هو الطريقة التي يختلف فيها هذا الحقل ما بين نقطتين ، وذلك بالطبع ليس خدعة ، إن فكرة الحقل الثقالي تقدمت بذلك خطوة واحدة نحو الأمام ، فالحقل يمكن أن يحذف إذا كان المرجع يسقط سقوطاً حراً ولكن مالا يمكن حذفه هو الطريقة التي يتغير بها هذا الحقل من نقطة لأخوى . إن جميع هذه الأفكار يمكن أن تستخدم في ميكانيك نيوتن بطريقة مقنعة ومجتمة . إن ما يهمنا هنا شيء مختلف تماماً .

لقد استخدم آينشتاين تقديم الثقالة على هذه الصورة للربط ما بين الثقاله والنظرية النسبية الخاصة التي أسسها عام ١٩٠٥ ، وبغض النظر عن تحويرها عام ١٩٠١ ، فقد توصل أخيراً إلى صيغه كاملة النظرية النسبية العامة عام ١٩١٥ . وما تقدمه هذه النظرية بصورة أساسية هو وصف للمراجع العطاليه ، كما فعلنا بالقسم الأول من هذا الفصل ، حيث يدخل الزمن فيها بطريقة معقده . باحداثيات مكانيه مما يخالف ميكانيك نيوتن وتتضمن النظرية أيضاً مسألة ربط ذلك لتشكيل تحويلات متسارعة بهدف مثلاً لحذيف حقل الثقالة في احدى النقاط .

هنالك سؤال هام يطرح نفسه : ما هي التحويلات التي يمكن اجراؤها الآن ما بين الاحداثيات المكانيه — الزمانيه . إن الإجابة عن الحداثيات المكانية — الزمانية الجديدة في الحقيقة لا بد نظر أخرى لأن الاحداثيات المكانية — الزمانية الجديدة في الحقيقة لا بد أن تعتمد على الاحداثيات المكانية — الزمانية القديمة دوماً تقريباً (حيث اعتبرت بعض شروط الاستمرار أي أن النقاط المجاورة لها احداثيات متساوية تقريباً وهو ما يفترض بصورة طبيعة) . ونظراً لحتمية اجراء

هذه التحويلات يجب كتابة المبادىء الفيزيائية بحيث تحتفظ بشكلها العام بعد اجراء هذه التحويلات عليها ؛ ويعرف ذلك بمبدأ التغير المساير العام ، للنظرية .

قبل أن نتابع دراستنا من الأفضل أن نوضح ما يتضمنه ذلك . إن الهدف الرئيسي من اعتبار حقل الثقالة في نظرية نيوتن بدلاً من اعتبار قوى الثقالة ما بين جسمين هو أنه يساعد كثيراً في صياغه وحل المسائل المعقدة في النظرية . لننظر في مسألة شكل الأرض ، ولنبسط الأمور كثيراً أيضاً ، فنطرح السؤال التالى : ، ما هو الشكل المفترض لسائل مثالي غير قابل للانضغاط عندما يدور ؟ » . بالطبع ان الأرض لا تتألف من سائل كهذا ، ولكن الافتراض بأنها مؤلفة منه هدفه التبسيط واظهار تأثير حقل الثقالة . ونظراً لأن السائل يدور فسيكون كروياً تقريباً ومتسطحاً عند الأقطاب (كما هو الحال بالنسبة للأرض) ولكن إلى أى مدى ؟ . إن حل مسألة شكل الأرض يجب أن يوازن ما بين تأثير الدوران الذي يسبب الانتفاخ عند خط الاستواء وتأثير الجذب الثقالي لأحد أجزاء السائل على جزء آخر فيه . هذا التأثير لا يمكن أن يعين بدقه إلا إذا عرفنا شكل الكتلة . وفي الحقيقه فان النظريه الرياضيه تقدم لنا سبيلاً لحل هذه المسألة وتتضمن تقنية هذا الحل تشكيل نظرية حقل ثقالي تحقق معادلات معينة ومن ثم تحل هذه المعادلات بشكل مشترك مع مراعاة التوزع المتوازن للمادة . ويمكن البرهان ، في ثقالة نيوتن ، على أنه بمكن تعيين الحقل في كل مكان بدلالة رقم يدعى الكون الثقالي (إن قوة الحقل الفعلية في نقطة ما تعين بعد ذلك حسب سرعــة تغير الكمون عندما يتم التحرك من نقطة إلى نقطه مجاورة أما اتجاه الحقل فيعين حسب الاتجاه الذي يبقى معدل التغير أعظمياً). تبدو النظرية النسبية العامة الوهلة الأولى مغايرة المألوف فالحقل الثقالي يعبر عنه بوصف ذي خلفيه هنامسية ، (يتضح عند دراستها الها ليست كذلك) تتغير تبعاً النقاط المختلفة وبالتالي فان هنالك مقادير معينة « تدعى بالمعاملات المترية العشرة » تختلف حسب هذه الهنامسة . وتصف هذه المعاملات بدلالة قيمها التعديل الطارىء على هذه الهنامسة . وفي الحالة الخاصة بلحسم يتحرك ببطه (بالنسبة لسرعة الضوء) وفي حقل ثقالي ضعيف (وهو أي حقل نقابله أفي الثقالة النيونية) يتغير فقط أحد المعاملات المترية العشرة بمقدار ثابت عن مضاعف النظير الكموني النوتني للمسألة . وفي الحالة المهندة التي تقابل حركات سريعة أو حقولا " قوية نحتاج إلى جميع هذه المعاملات المترية العشرة .

نستطيع بعد ذلك كتابة معاملات الحقل المقابلة للمعاملات المترية .

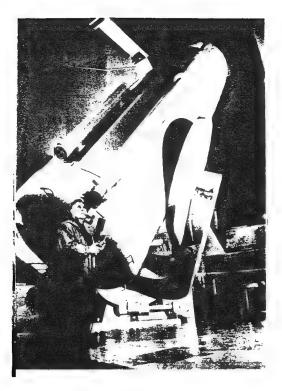
هذه المعاملات لا تعني حقل الثقالة النيوتني الأصلي لأن هذا الحقل يمكن أن يستبعد ولكنها تعين الطريقة التي يتغير بها ما يقابل الحقل الأصلي من نقطة لأخرى . من المفيد أن فلاحظ هنا ، نظراً لأبنا سنتهم بالطريقة التي تتغير بها الكمية المشابة للحقل النيوتني من نقطة لأخرى ، أن التغيرات في المعاملات المترية ليست مهمة بالنسبة لنا ، ولكن المهم هو تغير هذه التغيرات عما بعد سبباً من أسباب التعقيد في النظرية .

إن معادلات الحقل يجب أن تكتب بطريقة تجعل الحقل مناظراً لقانون مربع عكس الحقل النيوتني أكثر بما يناظر قانون القوة المختلف تبعاً للمسافة ، وعندما تجرى التفاصيل الرياضية الخاصة بذلك يستطيع المرء البحث عن حلول النظرية ، أي البحث عن قيم المعاملات المتربة ومن ثم مقادنة هذه القيم مع الواقع التجريبي. ولسنوات عدة؟ لم يعرف الإنسان سوى القليل عن هذه الحلول وتعد حالة مدار عطارد تأكيداً

مذهلاً للنظرية فمدار عطارد ، كما ذكرنا في القصل السابق ، ليس قطماً ناقصاً كما تقترح قوانين كبلر بل هو قطع ناقص دائر بيطء ، أما الدوران فهو بحدود ٥٠٠٠ ثانية قوسية في كل قرن .

لنوضح ما نتحدث عنه الآن ، إن هذا الدوران باستثناء . فانية قوسية منه يمكن أن يتفسر بتأثير الكواكب الأخرى . أما المخمسون ثانية المذكورة فقد عزيت فيما سبق للكوكب فولكان ، ولسوء الحظ لم يكتشف هذا الكوكب في المدار المقترح . إن المرء عندما يستخدم معادلات الحقل الخاصة بالنظرية النسبية العامة في وصف حركة كوكب منفرد حول شمس ثابتة سيكتشف أن مدار هذا الكوكب ليس قطماً ناقصاً كما توضح نظرية نيوتن عندما تشرح قوانين كبلر بل قطماً ناقصاً دائراً ، وفي حالة كوكب عطارد والشمس يكون الدوران بمقدار . وفي حالة كوكب عطارد والشمس يكون الدوران

يجب علينا بالطبع أن نوضح ما تم شرحه . لقد وجدنا • النقيقي قوسية في هذه الحالة ، وبمكن أن نخس بأن النظام المقد للعالم الحقيقي بكواكبه الأخرى يمكن أن يتفسر بصورة مرضية إذا أضفنا معا اللوران النسبوي لمدار عطار د وحساب تأثير الكواكب الأخرى على هذا المدار وفقاً للحسابات النيوتنية ، وفي الحقيقة فان دوران مدار عطار د تأكيد بحربي للنظرية النسبيه العامة . يجب أن يكون واضحاً أنه حتى لو أعطت أن يتغريبها الأول ، فأنها نظل أعم وأشمل لأنها تصل لنفس النتائج بدلالة خيارات وافتراضات وأقل عدداً من نظرية نيوتن . كما أن بدلالة خيارات وافتراضات وأقل عدداً من نظرية نيوتن . كما أن حملاً منفيراً كحقل فانون مربع المكس . فهي مؤسسة على أسس أكثر حملاً منفيرة أب تطهر أسس نظرية نيوتن . لأنها المعادلات الحقلية الوحيدة التي يمكن كتابتها في شروط حدود النظرية . .



قاس أهوين هابل الذي يرى في الشكل مجانب منظار شميدت الذي يبلغ قياسه ٤٨ انش هروب المجرات بصورة دقيقة مما جعل ترسم الكون حقيقة ملموظه

نظريايت كونية منانسة

ربما يتساءل المرء عن السبب الذي جعل آينشتاين يصوغ نظرية نقالية جديدة بطريقة . على الرغم من أنها تعجب النظريين وتزود الرياضيين بالكثير . تبدو معقدة بالمقارنة مع الصياغة النيوتنية البسيطه . لقد كان آينشتاين مهتماً بمسألة وجود مراجع عطاليه ذات أفضلية في هذا الكون . وذكر في الفصل الأخير أن المرء يستطيع أن يعين جملة احداثيات محلية تأخذ فيه قوانين نيوتن شكلاً بسيطاً . فعند استعمال نواس كروي . وقياس دوران مستوي النوسان . وُجد أن المادة البعيدة في الفضاء لا تمتلك أية حركة عرضانيه بالنسبه لهذا المرجع . إن هذا يعني أن المادة البعيدة في الكور لها تأثير على اختيار المراجع العطالية المحلية . إن هذه الحقيقه والتي تدعى مبدأ ماخ , Mach's Principle (قد أدهشت آينشتاين لسنوات عدة . فهو يرى . على سبيل المثال . أن نظرية الثقالة لنيوتن ليست مقنعة بهذا الخصوص . فهي عندما تصف مدارات الكواكب . على أنها قطوع ناقصة فانها تفعل ذلك بالنسبة لمرجع عطالي ولكنها تسقط من حسابها حقيقة أن هذا المرجع العطالي التجريبي ثابت بالنسبة للنجوم البعيدة . لقد شرحت نصف الظاهرة حتى الآن وما يحتاجه المرء هو نظرية ثقالية يكون فيها حل مسألة الكوكب الذي يدور حول الشمس ممكناً فقط عندما يؤخذ تأثير جميع المادة الأكثر بعداً في الكون بالحسبان أيصاً . وستكون هذه النظرية حسب رأي آينشتاين متوافقة مع مبدأ ماخ . وقد وضعت النظرية النسبية العامة لتغيي بذلك الفرض .

لقد دار جدل طويل حول المدى الذي يمكن أن تتوافق فيه النظرية النسية العامة مع مبدأ ماخ بعض الناس يعتقدون أنها تتفق معه جزئياً على الأقل . ولكن أغلبهم يميل إلى الاعتقاد بأنها لا تتفق معه على الإطلاق . ومهما يكن الأمر فقد شرع آينشتاين بايجاد حلول لمادلات الحقل التي وضعها والتي يمكن تطبيقها على عمل الكون وليس فقط على النظام الشمسي . بالطبع عندما يرغب المرء بايجاد حلول لمادلات الحقل الصالحة لمجمل الكون لا يتعمد أن يتعامل مع الكون ذو الطبيعة البحافة والمعقدة حيث يتألف هذا الكون من نجوم منفردة أو متجمعه بل يتطلع لوصف توزع المادة في الكون . والتي سوف تمتلك نفس الكافة بشكل متوسط والتي نستطيع أن نتعامل معها باستخدام نفس النوع من الرياضيات المستخدمة في النسبية العامة .

لم يفلح آينشتاين بايجاد حل لمادلات الحقل الأصلية . التي وضعها بما يوافق بجمل الكون ، فقد وقع في نفس المأزق الذي وقع فيه الفلكيون النيوتنيون وهو أن الكون اللا منتهي يعني قوة ثقالية لا منتهية أيضاً في كل نقطة من النقاط . وبسبب طبيعة معادلاته تمكن آينشتاين من رؤية التعديل الوحيد الذي مكنه من وضع نموذج للكون يتفق حسب رأيه مع مبدأ ماخ . لقد كان عليه إدخال حد اضافي إلى المعادلات ولكن بسبب الطبيعة الجافة للنسبية العامة كان هذا الحد الإضافي هو الحد الوحيد الذي قدمه . وعندما فعل ذلك كانت المحصلة كوناً ثابتاً دعي بكون آينشتاين .

كون آينشتاين :

مهما تكن محاسن نموذج آينشتاين ومساوئه كنموذج العالم الفعلي . فانه يعتبر نقطة مميزة في طريق الابتعاد عن نماذج الأكوان اللا نهائية . والحقول الثقالية اللا نهائية التي سادت علم الفلك ردحاً طويلاً من الزمن ويمكن أن بوصف نموذج آينشتاين كالتالي : لفترض أن اهتمامنا ينحصر ببعدين فقط حيث أن نموذجنا عن الكون عبارة عن مستو لا معدود . إن الخطوة انتي خطاها آينشتاين تناظر اعتبار هذا المستوي سطحاً كروياً غير محدود أيضاً ولكن الخط المستقيم (أي أقرب مسافة بين نقطتين من منحن) المرسوم عليه . على الرغم من استمراره بصورة لا نهائية . سيعود وياتقي بنفسه أخيراً . وهكذا ففي حالة بعدين يكون للسطح مساحة اجمالية محدودة على عكس المستوي ذو المساحة غير المحدودة . أما في حالة ثلاثة أبعاد فان التقوس الناتج يعني أن كون المحدودة . أما في حالة ثلاثة أبعاد فان التقوس الناتج يعني أن كون



يمثلث كون أينشتاين بأبعاده الثلاثة ما يمثلكه صلح الأرض من طبيعة منطقة بمعدين نقط . فمن المسكن هل سطح الأرض العودة إلى نفس النقطة عندما فسير بصورة مستشيدة هل المحيط وبدون تغيير الاتبء،

ولسوء الحظ فان اضافة الحد الإضائي للمعادلات والذي يدعى بالحد الكوني لم يكن كافياً لتحقيق التوافق مع مبدأ ماخ ومهما كان وضع مبدأ ماخ في النظرية الأصلية فقد ظل غير متعير عند وضع الحد الإضافي . بعد فترة وجيزة من وضع آينشتاين نموذجه عن الكون وجد ديسيتر - Willem de Sitter - حلاً لمعادلات الحقل لا توجد فيـــه أية مادة على الإطلاق، ويكون الفضاء بالرغم من ذلك عير خال من فيزياء نيوتن . عند خلوه من المادة . إن حل دي سيتر يتضمن هندسة معقدة . وقد شكل صدمة كبيرة لآمال آينشتاين في تحقيق التوافق مع مبدأ ماخ وكنتيجة لذلك أقلع في السنوات الأخيرة عن اضافة الحد الكوني إلى المعادلة لأنه لم بحقق له النتائج المرجوة . إن مسألة كوكب عطارد قد حلت بوساطة البحث عن حلول للمعادلات التي وضعها آينشتاين ويوافق ذلك جسماً ممثلاً للشمس ، بلون أي شيء آخر على الإطلاق . لقد أراد آينشتاين . بسبب دواعي المسألة الكونية . بالفعل إيجاد حلول لا تتركز الكتلة فيها ضمن نقاط خاصة لأن همه ينحصر في شمولية الكون . كما أراد بدلاً من البحث عن التناظر الكروي وضعاً معقداً تكون الرؤبه من نقطه ما في أي اتحاه مساوية إلى حد كبير الرؤية من أية نفطة أخرى . هذه المتطلبات تعرف عادة بالمبدأ الكوني . إن هنالك في الحقيقة ثلاثة حلول للمعادلات يمكن أن تتفق مع هذا المبدأ وبحيث لا تعتمد على الزمن . إن أحد هذه الحلول هو حالة الحقل الخالي الذي لا توجد فيه الثقالة على الإطلاق والذي يوصف الكون فيه بوساطة النظرية النسبية الخاصة . أما الحل الثاني فهو كون آينشتاين والحل الثالث هو كون دي ستير . هنالك عائق اضافي أمام حل آينشتاين وهو أن هذا الحل على الرغم من أنه يمثل توضعاً نسبياً للمادة فانه وكما برهن بنفسه توضع غير ثابت .

کون دي سيتر:

إن كون دي سيتر هو كون يستعصي على الفهم بسبب غياب المادة واكن إذا تصورنا أن الحل الفعلي المعطى من قبل دي سيتر هو تقريب جيد المكون الحقيقي الذي تتوزع فيه المادة بشكل ضئيل جداً . عندثل نستطيع أن نفكر في مثل هذا الحل وسنجد في مثل هذا الكون أن المادة شديدة النأي عنا (على الرغم من عدم امتلاكها حركة عرضائية بسبب المرجع الذي اخترناه) وتبتعد أيضاً على امتداد خط النظر بسرعة متناسبة مع المسافة . وفي الحقيقه فاذا ما أحدث جسم صغير جديد في هذا الكون وافترضنا أن هذا الجسم الجديد ان يؤثر على الكون كما عرفناه فسنكتشف أن هذا الجسم سيتسارع مبتعداً بسرعة متناسبه مع المسافة .





لا يجتوي كون دي سيتر عل أية مادة والذلك فنن الصحب تصوره . إذا تصور المره بعض الجسيمات على رؤوس مثلث مركزي فان هذه الجسيمات ستباعه بعضاً عن بعض بسرع متناسبة مع المسافة فيما بينها

إذا كان كون دي سيتر بمثل نموذجاً صحيحاً للكون الفعلي فان علينا أن نفكر . كيف يمكن لهذا الكون أن يتمدد سلم الطريقه ؟ . إذا كانت المادة جميعها تبتعد عن بعضها بسرع متناسبة مع المسافات النسبيه فلا بد ومنذ وقت طويل مدى أن تكون هذه المادة منضفطة بشكل كبير إلى بعضها . ما هي طبيعة الكون الأصلي ؟ إن أسئلة كهذه . تطرح ما يمكن أن نعتبره قضية كونيه أساسبة . قضية لم تتم صياغتها بوضوح حتى عام ١٩٤٠ من قبل هيرمان بوندي

— Herman Bondi — وفريد هويل — Fred hoyle — وتوماس غولد — Tomas Gold — إذا كان الكون الأصلي أكثر انضفاطاً إلى حد كبير من الكون الحالي فكيف لنا أن نعلم القوانين الفيزيائية التي يمكن تطبيقها فيه ؟ إن قوانين الفيزياء الحالية والتي وضعت على سطح الأرض . هي قوانين وضعت في شروط ليست معهودة جداً بالنسبة أن هذا الكون كان منضغطاً بقدر كبير فليست لدينا أية فكرة على الاطلاق عن القوانين التي . ان وجدت تبقى سارية في الوضع الجديد نرى أن نظرية الكون التي نبحث عنها أعقد وأصعب مما نظن . . عن نسطع إذا أد دنا . أن نفترض أن جميع قوانينا الفيزيائية غير متغيرة نتي أوضاع فيزيائية مختلفة جذريا ولكن علينا حينك أن ننظر إلى حتى أوضاع فيزيائية مختلفة جذريا ولكن علينا حينك أن ننظر إلى نتائج هذا الافتراض بقدر كبير من الشك .

إن فكرة تراجع جميع المادة في الكون بسرعة متناسبة مع المسافة فكرة مذهلة بالفعل ، فهل سيعود الإنسان مرة أخرى التفكير بأن الأرض هي مركز الكون ــ وهو ما فكر به أرسطو ؟ والجواب عن هذا السؤال ، ولحسن الحظ . هو انتفى طبعاً . والآن إذا تراجعت كل المادة عنا بسرعة متناسبة مع المسافة فسنجد مرة ثانية إذا نظرنا إلى الأشياء من نقطة أخرى بديلة أن جميع المادة تبتعد عن تلك النقطه البدينة بسرعة متناسبه مع المسافة . أما إذا أظهرت التجارب قوانين ابتعاد أخرى كتناسب السرعة مع مربع المسافة ، فسيشكل ذلك مسألة جدية للغايه . إن الطريقة التي يشرح بها كون دي سيتر التراجع يمكن أن توضع من خلال التشبيه التالي ؛ نستطيع أن نتخيل الإنسان ؛ وهو حل وضع من قبل آينشتاين ، أحد الكاثنات النائية البعد الصغيرة ، يعيش على غلاف كرة سماوية ذات سطح غير محدود ولكنه بمتلك مساحة اجمالية محدودة (أما في حل آينشتاين الفعلي فهو يمتلك حجماً محدوداً لا نهائياً) . ونستطيع أن نتخيله ، في كون دي سيتر ، كاثناً لا يعيش على كرة سماوية ثابته بل على بالون ينتفخ باستمرار . وإن أي كاثنين وفق هذا الكون يبتعد أحدهما عن الآخر بسرعة متناسبة مع المسافة بينهما مقيسة على السطح . ولايعتبر أي من الكائنات متميزاً . وكقضية مسلم بها تكون السرعة متناسبه مع المسافة في حالة وحيدة . بما يوافق كوناً يظهر متساوياً من جميع النقاط .

يتوسع الكون بسرعة متناسبة مع المسافة بحيث يدكن اعتبار كل نقطة فيه وكأنها مركز التبدد وفي الحقيقة يمكن تشيل ذلك ، بمسورة مشابعة ، يمدد من النقاط الموجودة عل كرة مطاطحة تنتفخ باستمرار



لم يحاول أحد قبل دي سيتر أن ينشىء نمو فجأ للكون من هذا النوع، فالحل الساكن ظل أبداً الحل المنشود ، ويجب أن يكون واضحاً لدينا أن حل دي سيتر لا يناظر حلا أذا حقل ثقالي ، أو نوعاً من الفراغ الذي يعتمد على الزمن بسبب التوسع . إن كل شيء سيبقى على حاله فيما بعد كما هو الآن ، أما إذا أحدثت مادة ما ضمن هذا الحل وبلون أن تؤثر عليه فستكتسب هذه المادة سرعة متناسبة مع المسافة التي تفصلها عنا ، وبهذا المعنى فان حل دي سيتر يمثل نمو فجأ متوسعاً . وهكذا وبصورة طبيعية فان اكتشاف هذا النمو فرج قاد العلماء البحث عن حلول للمعادلات تعتمد على الزمن كما يستغرقه التوسع ولقد ظن بعد الله أن الكون ربما ابتدأ بالتوسع اعتباراً من حالة آينشتاين الساكنه . التي تغيرت بعد ذلك ، ماراً بسلسلة من النماذج حسب التوسع ومنتهياً بنموذج دي سيتر بعد فترة زمنيه طويلة جداً . إن مناقشات كهذه تجتاج قبل كل شيء إلى حقائق نجريبية التأكد من صحتها وذلك ليس ببعيد .

التحقيق التجريبي :

تعد العلاقة بين النظرية والنجرية ، أمراً معقداً نستطيع أن نبسطه قليلاً عندما ننظر في التواريخ التي جرت فيها الأحداث . لقد كان اكتشاف دي ستير خطوة واضحة تطلع الفلكيون النظريون إلى تعميمها ، ولقد رأينا سابقاً أن هنالك ثلاثة نماذج ساكنة (الفضاء الخالي وكون آينشتاين وكون دي سيتر) تحقق النظرية النسبية العامة ، وإذا كان هنالك أي وصف الكون بصورة أدق مما تضعه هذه النماذج فلن يكون نموذجاً ساكناً . ناقش فريد مسان عسام ۱۹۲۲ (Fred man)

إمكانية وجود كون منحن بنفس الطريقة التي ينحني بها كون آينشتاين (تسطح الكرة بدلاً من سطح المستوي) ، وهو ما تحتاجه النظرية النسبية العامة من أجل تعليل الظواهر الميكانيكية ، ولكنه افترض أن مثل هذا الاتحناء لا بد أن يعتمد على الزمن وبعبارة أخرى فان هنالك تشابه واضح ما بين مناقشته وما بين وصفنا لكون دي سيتر والفرق الوحيد أن نفير التقوس سيسمح للمادة بالتراجد ضمن النموذج .

كان من الضروري لفريد مان أن يعد افتراضاً عن الطريقة التي يغتلف بها التقوس مع الزمن في أماكن مختلفة فأعطى وصفاً واحداً واضحاً بأن صورة الكون بشكل وسطي يمكن تمثيلها بفراغ يمتلك في أبه لحظة نفس التقوس في جميع الأرجاء ، وفي الحقيقة فان مثل هذا الافتراض يعتمد على افتراضات أبسط وأسهل وبصورة خاصة الافتراض القائل بأنه عندما ننظر إلى الفضاء ومن أية نقطه وبأي اتجاه فاننا سنلحظ فضاء واحداً تقريباً . إن رأي فريد مان هذا والذي لخصه في صفحتين ففاء واحداً تقريباً . إن رأي فريد مان هذا والذي لخصه في صفحتين قلد تجاهله معاصروه ، ولم يعرف فيما إذا كان سبب ذلك هو الصعوبة الرياضية . أو أن هاتين الصفحتين اللين أعدهما بدنا غير قادرتين على الوصول إلى الإهتمام الفلكي إلا بعد أن طبقنا بعشر سنوات وكنتيجة فقط للاهتمام لومتيرو روبرستون (Lemáire - Roberston) .

تمكن لوميتر — Lemaitre — عام ١٩٧٧ وهو على جهل تـــام بالتنافج التي حصل عليها فريد مان من تطوير نظرية مشابة لنظرية فريد مـــان وفي العام التالي حصل روبرستون — Roberston — وبصورة مستقله أيضاً على النتائج ذاتها . أما النماذج التي اشتقت بهذه





تفترض النظرية التطورية ، او نظرية الإنفجار الكوني الأعظم ، في توسع الكون ، بأن جميع المادة الحالية كانت .:ذ وقت طويل مركزه في منطقة أصغر بكثير ثم تباعدت إلى وصفها الحالي بسبب حدوث الإنفجار الأعظم

الطريقة والتي دعيت تماذج فريد مان لوميتر فتتألف من كون يتمدد باستمرار ، بمعنى أن متوسط المادة في أية منطقة ينحرك مبتمداً عن متوسط المادة في أية منطقة ينحرك مبتمداً عن تقوس الفضاء في أية نقطه من النقاط يتنقص بمرور الزمن . وهكذا كان ابتعاد السدم الذي اكتشفه هابل في العام التالي ١٩٢٩ . تشبياً لحلفه النظريات لم يكن هابل على الأغلب متأثراً بالأعمال النظرية التي قام بها كل من فريد مان ولوميتر وروبرستون حيث كان يعمل بصورة مستقلة كما أن نشاطات الرصد على الجانب الآخر من الأطاسي كانت فليلة التأثر بالتعلورات النظرية في أوربا وفي الحقيقة وكما في حالة نظرية فريدمان فقد أهمل التعلوير الكبير الذي قام به لوميتر وروبرستون وبصورة كبيرة من قبل الفاكيين والعالم العامي بشكل عام إلى حين نشر وبصورة كبيرة من قبل الفاكيين والعالم العامي بشكل عام إلى حين نشر احدى المقالات السير آرثر أدينفتون — Eddington — عام ١٩٣٠ . الا دينفتون يعمل مع أحد طلابه ويدعى ماك فيتي — عام ٢٩٠٠ كان أدينفتون يعمل مع أحد طلابه ويدعى ماك فيتي — M vittic —

في مسألة عدم توازن حل آينشتاين وتوصلا عند قراءة حل لوميتر فوراً كيف أن الكون المتمدد يعطيهما حلا لجميع مشاكالهما ، لأنه وضع ما يحدث بالنسبة لكون آينشتاين غير المتوازن عندما يضطرب ويتحرك من وضعه الابتدائي . لقد شكلت التطورات الرياضية الأخيرة لنظرية الكون المتمدد ، ولكن بلون تحقيق نتائج فيزيائية مفيدة ، أرضية خصبة بالنسبة للرياضيين . عندما افترض التوسع كانت هنالك مقادير معينة تحت تصرف الرياضيين . ولقد اتضح وباختيار مناسب لحذه المقادير المتنوعة امكانية وجود نماذج توسع متمددة ، كأن يكون الكون قد ابتدأ بالتوسع اعتباراً من حالة الضغط الهائل أو اعتباراً من حالة آينشتاين أو أن الكون يمكن أن يتوسع بصورة لا نهائيه أو أن يتقاص بعد مضي فترة زمينه معينه إلى الحالة المرتصة ثم يعاود التوسع بما يسمي (الكون التائس) .

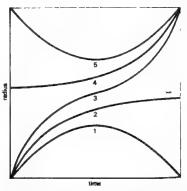
وفي حالة متوسطة من هذا النموذج تبتدى، بعض المناطق بالتقاص ، وهنالك الكثير من الأسباب الهامة التي تجعل نماذج . كهذا النموذج ، مقبولة . ترتبط هذه الأسباب بما يسمى عور الزمن . إن معظم القوانين الفيزيائية هي قوانين قاباة للانعكاس أي ، اذا صورنا تجربة تحريكيسه د dynamic » ثم أدرنا الشريط السينمائي بالانجاه المعاكس فان نجسله ما يخبرنا بأننا لا نشاهد شريطاً سينمائياً يدور بصورة صحيحة ، بل أن ما نشاهده عبارة عن تجربه مختلفة (وهي في الحقيقة تجربة بودلت شروط البده والنهاية فيها مم التجربة الأصلية) .

ويكون الوضع مختلفاً في بعض الأحيان حيث لا توجد امكانية الانعكاس . نحن نعلم بأن الشريط السينمائي الذي يظهر نفخة من الدخان

وهي تتضاءل ثم تختفي في فم أحد الأشخاص يتبعها ظهور « سيجارة » هو شريط سينمائي معكوس. إن مثل هذه الظاهرة اللا عكوسة هي مثال على محور الزمن . والموت على الرغم من كونه « بيولوجياً » هو مثال آخر ولكنه أكثر تعقيداً . نحن نستقبل دوماً برامج التلفاز بعد فترة وجيزة من بثها وعلى الرغم من أن نظرية البث العادية لا تأخذ بحسبانها مجمل الكون . فهي تسمح بإمكانية انعكاس الاستقبال دوماً بحيث يجري قبل فترة وجيزة من البث . يشعر معظم الناس بأن هنالك علاقة ما بين محور الزمن . من خلال هذه التأثيرات المحاية وتوسع الكون . إذا كان الأمر كذلك وقادنا تقاص الكون إلى عكس اتجاه محور الزمن فاذا كان الأمر كذلك . وكان تقاص العالم يؤدي إلى انعكاس اتجاه الزمن فان ظواهر غريبة ستحدث . ففي تاك المناطق التي ابتدأ فيها التقاص سابقاً . تتناقص الفوضي بدل أن تزداد . ومن الصعوبة التخيل كف أن بوسعنا أن نستكمل وصفاً لمثل هذه المناطق ضمن كون ما يزال يتوسع . ومع فلك فقد اقترح مثل هذا النموذج النائس وهرس ببعض التفصيل من قبل ديك - R.H Dicke - في السنوات الأخيرة . ستعود الى هذا الموضوع فيما بعد . ولكن القرار النهائي في أية حالة يجب أن يأتي من الرصد .

إن هدف الرصد في هذه الظروف هو محاولة تقرير القيم التي يجب أن نعطيها للثوابت . ضمن النموذج . كي تتفق إلى حد كبير . وقدر الإمكان . مع الكون الفعلي . ولكننا الآن بالطبع أمام عقبه ، عماية . كأداء . فنحن نستطيع أن نراقب الكون الفعلي لفترة وجيزة جداً فقط ولا نستطيع ربط المشاهدات الماضية لأية فترة معقولة من الوقت وبالتالي فان أي نموذج له توسع سيكون مناسباً بصورة جيدة . إن قدراً كبيراً

من الجهد قد بذل في برهان صحة الافتراض الأساسي اللذي بني عايه النموذج ، وهو أن الكون فو مظهر واحد إلى حد كبير في جميع الاتجاهات ومن أية نقطة ، وفي الحقيقة فان من المستحيل أن نقرر أياً من النماذج له أفضالية على النماذج الأخرى ، على الأقل خلال فتره قادمة طوياة جداً.

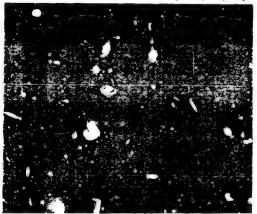


لدينا وفق النظرية النسبية العامة العديد من النماذج الكودية الممكنة, فعنها ما يتوسع ثم يتقلص (١) وسنها ما يخالف ذلك (٥) ومنها ما يتوسع باستمرار من حالة ارتصاص كبير (٣٠٣) أو من حالة أبيشتايين الإيتدائيه (٤)

وهكذا فاذا صنعنا مجموعة من النماذج ، من هذا النوع ، وتوقعنا أننا نستطيع أن تختار إحداها تجريبياً فاننا ننسى الصعوبة الكبيرة في إجراء التجارب في عاوم الكون . إن الفاكيين تمكنوا عبر السنين من اجراء قياسات فلكية ذات دقة ماحوظه ، ولكن في حالتنا فان هنالك مناطق

شاسعة جداً من النمضاء بحيث يستغرق الضوء ردحاً طويلاً من الزمن قبل أن يصل إلينا . إن هذا الأمر يضع أمامنا عقبة كبيرة ألا وهي التخلف الزمني و منذ أن غادر الضوء السلميم الأصلي ، وهكذا يصبح التمييز ما بين النظريات ذات التوقعات المختلفة أمراً مستحيلاً . إن هنالك أيضاً صعوبة ذات درجة مختلفة تماماً فلقد ذكرنا في الفصل الأول بأن ء بم الكون هو نظرية تشرح كيفية وصول الكون إلى وضعه الحالي . ومن أحد مثاهر الكون الجوهرية أنه مناقشة لنظام فريد . فليس عام الكون فرعاً كبقية أفرع العام بحيث تشتمل المناقشة على مناقشة مجال كامل من الأنظمة ، بعضها ذات نوع واحد وبعضها ذات نوع آخر . تختاف في بعض الاعتبارات وتتساوى في بعضها . بل يجب أن يكون لدينا ، من أجل نظرية كونية جواباً وحيداً . لقد قلمت العاوم الكونية المستندة إلى النظرية النسبية مجموعة من الإجابات وفقاً الكيفية اختيار الثوابت في نظرية التوسع . يكون الكون المستقر من وجهة النظر هذه ويصورة موهمة للصحة أكثر اقناعاً حيث أنه يفترض ثلاثة تعاذج: اثنين منها خالبين وبالتالى فهما غير مقنعين ، وبيقي أمامنا الحتل الوحيد المحتوى على المادة وهو كون آينشتاين . إننا بالطبع ، على الرغم من أن ذلك ممكن فسفياً ، لا نستطيع أن نتبني كون آينشتاين والمالك لسببين الأول أن كثافة المادة عالية جداً والثاني ، أن هذا الكون لا يتنبأ بأي توسع والتوسع قد لوحظ فعلاً . هذا الوضع ولسوء الحظ غالباً ما يحلث في العوم الكونية فالنظريات التي تتفق مع الفاسفة لا تتفق مع المشاهدة والعكس بالعكس .

قام ماك كريا - William Mc crea - عـــام ١٩٧٠ وفي محاولة جادة للتذاب على هذه العقبة ، بالشروع في صياغة وضع فاسفي للنماذج المتعلورة بدلاً من التحليم بوجهة نظر معينة وتتاخص وجهة نظر ماك كريا بأن النظرية الكونية يجب أن تراعي الصعوبة المتزايدة في جمع المعلومات من مسافات شاسعة كما يفعل ميكانيك الكم للتغاب على صعوبة جمع معاومات الكيانات الصغيرة جداً . واقترح أيضاً بعضاً من الاقتراحات لتحقيق ذلك لا نستطيع أن نحدد صحتها وكفايتها الآن . المهم في الأمر اذاً أن وجود وجهة نظر فاسفية وواضحة الصياغه وذلك ما عرفه ماك كريا ، ضروري في عام الكون وليس نوعاً من الترف كم في أغاب العاوم الأخرى .



يبعة تجمع المجرات المضاعفة هذا في كركمة البيائي . ٢٥٠ مليون سنة ضوئية عن الأرض إن ضياء النجوم يتضاءل بسبب الا بتعاد وبالتالي فالضوء الصادر عن مجمل النجوم لا يجمل السماء لا متناهية في المعمان كما ظن أولبرس بل يجب وبسبب تراجع النجوم البديدة أن ينخفض مقدار الطاقة المشمة التي نستقبلها . من هذه النجوم

مفارقة أوليوس :

حتى نتمكن من معرفة تطور الموضوع فيما تلا عام ١٩٣٠ لا بدك من الرجوع إلى الجدل نصف الفلسفي الذي أصبح من جديد شديد التأثير في السنوات الأخيرة ويعرف ذلك الآن بصورة عامسة باسم مفارقة أولبرس - Dibers Paradix - على الرغم من أن هذه المفارقة قد عرفت قبل وقت طويل من تحريات هينرش أولبرس لها عام ١٨٢٦ ، لقد أجري في الحقيقة نفس الجدل تقريباً من قبل دوشيزو عام ١٧٤٤ كما ألمح ادمون هالي - Edmund hally - إلى هذه المفارقة منذ عام ١٧٢٠ . يمكن أن يشرح الشكل المسط جداً للمفارقة كما يلي : نلاحظ ألفز السماء في الليل تكون سوداء بمجمالها باستثناء النجوم . إن النجوم بالطبُع تطـق قلـرأ هائلاٌ من الضوء ولكن هذا الضوء ينتشر وبصورة منتظمة في جميع الاتجاهات . من كل نجم . وهكذا فكلما كانت المسافة الفاصلة عن النجم أكبر اتسعت مساحة الكرة التى التي ينتشر عايها الضوء وبالتالي فان مقدار الضوء الواصل إلى وحدة المساحة من الكرة سيتناقص حسب بعد النجم . لنفترض الآن . بشكل متوسط ، أن جميع النجوم (كما جاء في مناقشة أولبرس الأصابة . على الرغم من أننا تستطيع الآن الاستعاضه عن النجوم بالسدم) تصدر نفس القلىر من الضوء ولنفترض أيضاً أنها موزعة بطريقة منتظمة بحيث نستطيع أن نأخذ متوسط رقعة كافية من الكون وهكذا فان عدد النجوم يتناسبُ مع مساحة الكرة التي مركزها الأرض ، ويقع عيها . ولذل رأينا سابقاً أن مقدار الضوء الذي نستقبله من أي نجم من هذه النجوم يتناسب عكساً مع ٧٠ حيث ر هي المسافة الفاصلة عن النجم وهكذا. فستسهنم جميع المادة الموزعة على مسافة قدرها ر من الناظر بتقديم قدر من الضوء بصورة محلية هذا القدر مستقل عن ر لأن ضعف الضوء القادم من النجوم البعيدة يمكن أن يعوض تمامًا بعددها الأكبر .

إذا جمعنا بعد ذلك مساهمات المادة الواقعة على مختاف المسافات ذان هذا الحداب البسيط سيعطينا لمعاناً لا نهائياً في اللية المظامه بما يخالف تماماً الحتميتة الماموسة بأن السماء تبدو في الليل سوداء . فلاحظ بوضوح أن هذه النظرية قايمة البساطة وإذا اعتبرنا توزعاً منتظماً للسدم فمن الواضح أننا لن نستطيع أن نراها جميعاً لأن بعضها سيحجب بالبعض الآخر الواقع بيننا وبينها ، وهكذا فان مقدار الضوء الإجمالي الماحوظ على الأرضُّ سيكون أدنى ثما تنبأ به الحساب السابق . إن حسابات أكثر دقة تظهر أن شدة الضوء الذي سنستقباه عندما نخرج ليلا سيكون ماوراً بصورة تقريبية إلى ذاك الضوء على سطح الشمس حيث اعتبرت الشيس نجماً نموذجياً ، وهذا الأمر سيء تماماً كالمفارقه الأصابة . قرر كل من أولبرس ودوشيسو -- Olbers and de che Seau أن التناسير الوحيد للمفارقة هو وجود مادة متوسطة بين النجوم ذات تركب غير معروف تستقيل الضوء . وقسد رفض بوالدي Bondi هذا التفاسر لأن المادة نفسها ستسخن بسبب امتصاص الضوء حتى تصل إلى درجة تشم بعدها نفس التلمر الذي يأتي إليها وتستقباه من لذرج ولن يشكل ذاك أي فرق على شدة الاشعاع .





ي نموذج الحالة الثابتة للكون المتسدد تظل الكتلة التي يمكن ملاحظتها ثابته وعندما تتراجع المادة إلى ما وراء ما يمكن ملاحظته تحل مادة متشكله حديثا مكانها ضمين الدائرة المنقطة

ومن المهم فعلاً أن الذكر أن كلاً من دو شيسو وأولبرس لم د:اقشا الافتراض الدّائل بأن النجوم متساوية نوعاً ما ومتوزعة بانتظام -ولدينا اليوم أكثر من دليل ، لم يمة كاه . بأن هذا الافتراض منطقي للغاية فعلاً . وبالإدراك المتأخر أمكن بسهولة رؤية طريق مختاف يخرجنا من مفارقة أوليرس . إذا اعتبرنا أن الكون يتوسع فسينزاح طيف الضوء القادم من المادة البعيدة نحو النهاية الحمراء للطيف و حسب مفعول دوبار » . وبسبب انخفاض تواتر الاشارات الضوئية ولأن طاقة الضوء في أيه حاله متناسبه مع تواتر هذا الضوء ، سينخفض مقدار الطاقة التي نستتمالها أيضاً . وعندما تأخذ توسع الكون بالاعتبار نجد أن مَفَارَقَةَ أُولِبُرِسَ تَخْتَفَى وَأَنْ السَّمَاءَ يجب أَنْ تَكُونَ سُودًاءً فِي اللَّيلِ فَعَلاً ` كما هي عايه الآن . وبمناقشة الأمور من وجهة نظر أخرى نجد أنه كان من الممكن لاوليرس أو العاماء الذين تاوه إذا درسوا الافتراضات التي اعتمدها ، وبصورة دقيقة ، أن يكتشفوا أن من بين هذه الافتراضات ه:الك افنراض يقول بأن السدم ثايته . ربما كان بمقدور أولبرس بسبب انزياح دوبلر أن يدرك أن افتراض ثبات السدم يجب أن يفسر وربما أدى إلى التنبؤ بتمدد الكون وكان ذلك بمجرد ملاحظة اسوداد السماء لللاً.

وفي الحقيقة فلا تعد عدم قدرة أو نبرس على اجراء المناقشات السابقة إخفاقاً لأنه بلبون ملاحظات قانون هابل سنجد صعويات كبيرة كذلك التي ذكرناها في وصغنا المبكر للصعوبة الجوهرية في عام الكون . يتعامل عام الكون كما أشرنا سابقاً مع وضع واحد ، فهو يتعامل مع الكون ككل وليست مهمة هذا العام مقارنة هذا الكون مع أكوان أخرى لأن هنالك كوناً واحداً . وهكذا يجب على عام الكون أن يشكل

نظرية عالمية فريدة ومتميزة . ليست هذه النظرية معقدة نظرياً فقط بل يبدو أن هنالك صعوبة في الرصد لا يمكن تبسيطها على صعيد النظرية حيث تتسم أغلب الأرصاد بالتعقيد بشكل واضح ، فعلى المرء أن يرى معظم الأجزاء البعيدة من الكون ليحسب عدد السدم المتوضعة فيها ثم يقرر بعد ذلك سطوع هذه السدم نحن نعام الآن أن هنالك أنواعاً أخرى من الرصد لها صعوبتها الذاتية . وعلى الرغم من ذلك يتتابع الرصد الفعلي بصورة صحيحة . لقد كانت المشاهدات في مفارقة أولير س تعتمد على ما يراه المرء بالعين المجردة في لياة مظامة ، وتكمن الصعوبة في تفسير ذلك ، هذا التفسير لن يكون صعباً في هذه الحالة الخاصة . إن مفارقة أولبرس مرتبطة بوضوح وبصورة وثيقة بمبدأ ماخ وإن الأرصاد التي تبرهن على ذلك بسيطة نسبياً ، إذا اتخذ المرء مرجعاً عطالياً لا يدور فيه نواس فوكو فسيكتشف هذا المرء أن المادة البعيدة في الكون ثابتة أيضاً في هذا المرجع وبعبارة أخرى فان القوانين التي تحكم نواس فوكو مرتبطه بوضوح بشكل ما بالمادة الأكثر بعداً . إن هذه الملاحظة يمكن أن تتم بدقة بدون أي عناء ، ولكننا ما نزال تقريباً في جهل تام حول تفسيرها .

من الممتع حقاً دراسة المدى الذي أثرت فية إعادة حل مفارقة أولبرس على تفكير عاماء الكون في كامبريدج . أي بوندي وهويل وغوالد — Bondi, hoyle, Gold — . بعد الحرب العالميسة الثانيسة . وبصورة خاصة بوندي حيث يحتل النقاش حول هذا الموضوع جزءاً كبيراً من كتابه وربما كان لحف المقاش أثر كبير في جعل عاماء الكون . في كامبريدج يشعرون بمقار أهمية الجدل الفاسفي في حام الكون .

أما الفيزيائيون الأكثر ارتباطأ بالأرض وبسبب تمافجهم عن الكون المتوسع فكانوا يضعون افتراضات فاسفية مشكوكاً فيها وبلون أن يعاموا بأنهم يفطون ذاك . لقد كانت استناجات عاماء الكون في كامبريدج وإلى حد ما متوقعه وخاصه من قبل مساك ميلان (W.D Mac Millan) في عامي ١٩٦٨ - ١٩٢٥ . كان ماك ميلان مهتماً بصورة رئيسية بمسائل تشكل النجوم ملوكاً أن المادة تتحول إلى طاقة في داخل النجوم فاختار آليه مشابهة ولكن بصورة معاكسه لشرح مفارقة أولبرس فا اقترح أن الاشعاع يختفي نوعاً ما عندما يسافر خلال الفضاء ويتحول إلى مادة . وهكذا فقد افترض أن بعض اشعاع السدم البعيدة قد تحول إلى فرات من الهيدووجين ، تعالى وجود المادة المحوظ بين النجوم .

المبدأ الكوني التام :

تعد هذه النظرية أقل تطرفاً وإلى حد بعيد من النظرية التي وضعه بوندي وغولد عام ١٩٤٨ حيث استندت نظريتهما على أسس وسعية بسيلة ، أو كما ذكرا بأنهما جعلا افتر ضاتهما الفاسفية واضحة أكثر عما هي غامضة ، إن المخطوة الأولى في نظريتهما هي ما يسمى بليد الكوني التام . لقد رأينا سابقاً أن عاماء الكونيات يقرضون عادة مبدأ يدعى المبدأ الكوني وهذا المبدأ يقول أن كل حكان في الكون يمثل إن يد كبير أي مكان آخر فيه وهذا المبدأ يطرح بصورة دقيقة نفس الافتراضات التي استخدمت في علم الفاك منذ كوبرنيق بأن الأرض ليست مركزاً مميزاً للكون ولكنها عجرد كوكب عادي يدول حول نجم عادي . نقد افترض في المبدأ الكوني التام نفس الافتراض الذي افترض

بخصوص الفضاء ونفس الافتراض الذي افترض حول الزمن أي أن الكون افترض متماثلاً وإلى حد كبير في كل مكان وكان دوماً كذلك يتضح من ذلك أن هذه الصيفة للمبدأ الكوني أقوى بكثير من سابقتها . وبالتالي يجب النظر إلى جدل كلا المبدأين بحرص .





هيرمان بوندي Herman Bondi (إلى اليمين) (وتوماس غولد) (Tomas Gold) وهما المالمان اللذان قلبا مفهوم علم الكون رأساً على عقب بنظرية الحالة الثابته

وحسب رأي بوندي وغولد ، وسنأتي على ذكر رأي هويل يعد قليل ، يصبح جميع الجدل الساري حول الشكل الضيق للمبدأ الكوني سارياً على المبدأ الكوني التام .

أولاً : إن العلوم الفيزيائية تفترض على الدوام أن التجارب . يمكن اعادتها بحيث تعطي نفس النتائج وبصورة خاصة إذا أعيدت تجربه ما بعد فترة قدرها سته أشهر عندما تكون الأرض في جزء آخر من الكون يسبب حركتها حول الشمس فاننا لن نتوقع أي اختلاف في التنظامه . النتيجة . إن هذه البديهية تتطاب تحديداً لبنية الكون أي لانتظامه . تصبح هذه المناقشة أقوى بكثير إذا تبين أنه يوجد ضمن التجارب الفيزيائيه . وما يرافقها من المناقشات النظرية . نوع من الملاحظات والمناقشات التي تحدث في عام الكون . .

ثانياً: في أية نظرية لكون متغير ، وكما ذكرنا من قبل ، لا بد أن توجمد افتراضات عن كيفية تغير القوانين الفيزيائية عند تغير المحيط بصورة تامة ، هذه الافتراضات ستكون اختيارية تماماً كما أن الإستمرار بهذا الاتجاه غير مؤكد حتماً . وقد جادل بوندي وغولد بأن مثل هذا التخمين غير مطاوب فاذا كان الكون منتظماً يصورة كافية في المكن وفي الزمان عندثذ سيكون الوضع في زمنين مختافين واحداً إلى حدكبير وهكذا فكل شيء في الفيزياء سيستمر كما عرفناه دوماً .

وقد أعطى بوندي وغولد في النهاية النقاش التاني حول كل من هذين المبدأين : نحن تمتلك وجهات نظر مختافة حول طبيعة النظريات العلمية ، وفلاسفة العلم ما زالوا حتى الآن مختافين بصورة كبيرة حول أي من وجهات النظر تمثل . يصورة كافية . طبيعة النظرية العامية . وربما كان هنالك شيء ما ينبغي قوله في صاع جميع وجهات النظر وبالتأكيد لا بد من وجود بعض الحقيقة فيما طرح من وجهات النظر وبصورة خاصة ما طرح من قبل الدير كارل بوبر Poper بسأن طبيعة القانون العامي هي نفس طبيعة الفرضية . وأما التجارب المرتبعاة به فهي ما اخترع بقصد برهان الفرضية . وهمكذا ومن فكرة النظرية العاميه حصل بوبر على هدفه بتجنب مسألة الاستقراء حيث تبرز هذه

المسألة فيما إذا فكر المرء النظريات العامية على أنها مجموعة من الحقائق مع الافتراض بأن بعض الانتظام بين الحقائق (قانون الطبيعة) ، والذي استمر وقتاً من الزمن ، سيتايع استمراره . وهكذا يصمح من المنطقي المطالبة بالبرهان على افتراض الانتظام . يمكن الحصول على هذا البهان باعادة التجرية ، ونظراً لأن مبدأ الانتظام يجب أن يفترض قبل تقرير برهان التجرية يصبح هذا البرهان غير صالح .

وهكذا فان أفضل النظريات العامية من وجهة نظر بوير هي النظريات التي تعطي فرصة أكبر المتفنيد التجريبي (ما لم يتم فلك من قبل) . ولقد رأينا سابقاً بأن فرصة التجريب لا تتحقق من أجل نظريات توسع الكرن المنطلقة من النظرية النسبية العامة بيسبّبُ الثوابت غير المعينة الكثيرة فيها ؛ يجب تعيين هذه الثوابت بطرق تجريبية وهكذا فكلما قام المرم بتجارب أكثر عين فقط ثوابت أكثر . إن هذه النظريات لها نفس بنية نظريات التحابل النفسي لفرويد والتي تناسب الحقائق دوماً كيفما تغيرت هذه الحقائق . وعلى الدكس من ذلك فان النظرية التي وضعها كل من والدي وغولد على أساس المبدأ الكوني التام نظرية صلبة وكان من الصعب جداً في عام ١٩٤٨ تصور كيفية تغيير هذه النظرية بشكل كامل في حالة تعارض التجارب معها . وقد ظات هذه النظرية بعد عشرين عاماً من ذلك تهدو صعبة كالسابق .

عندما يتم ربط المبدأ الكوني التام بالتوسع المدحوظ الكون يكون من الواضح يأن مادة جديدة ستتشكل للحفاظ على كثافة المادة في الكون وهكذا فعندما تتباعد السدم • ذات العمر المديد ، يكون من الضروري لهذه المادة المتشكنة أن تتكثف في سدم جديدة ، في الفراغ

الكائيز فيما بينها ، وعلى أساس ذلك سيكون هنالك توزع عام السلم من مختلف الأعمار . بيدو لأول وهاة وكأن هذه النظرية ستنبأ بزيادة مستمرة لكتنة الكون مما يعارض مبادئها الأساسية . وأكن الأمر في الحتميقة ليس كذاك ففي أية نظرية عن الكون يجب عاينا أن نتعامل. في جميع الأوقات ، مع الكون الماحوظ فعندما تتباعد السدم بسرعة متزايدة فان أكثرها بعداً ، والتي نستطيع مراقبتها ، ذات سرعة مقتربة من سرعة الضوء . وفي الحتيقة فعندما تقترب سرعة السدم كثيراً من سرعة النهوء فسينزاح ضوؤها إلى حد كبير نحو النهاية الحمراء الطيف ، وهكذا نستطيع الحصول على قدر متناقص من الطاقة ، وعندما تصل سرعة السدم إلى سرعة النصوء فعلاً لا نستطيع أن نرى هذه السدم مطانقاً . عندما تكى ن المادة أبعد من ذلك لا تكون حيثذ جزءاً منتمياً إلى الكون المحوظ . إن تشكل المادة الجديدة محاياً يزود الكون المحوظ فقط بالكنة الثابتة . من هذه الافتراضات كان من الممكن لبوندي وغولد أن يحسبا بصورة دقيتمة معدل تشكل المادة الجديدة اللازمة بسبب حفظ النوازن ويشير ذاك إلى تشكل فرة هيدروجين في حجم كالحجم الذي يشمه منزل عادي مرة كل مائة مليون عام .

ويجب أن نذكر هنا بصورة خاصة أن نظرية بوندي وغولد مستقة تماماً عن نظرية الأكوان النسبية التي ناقشناها من قبل . لم يستمندم برلدي وغولد الحتمل الخاصة بالنظرية النسبية العامة لآينشتاين . لتمد كانت متانة صياغة المبدأ الكوني كافية لكي تعطيهما كل شيء أراداه .



بعد المديم ثلاثمي الشعب في كوكبة القوس أحد المناطق التبي يغلن بأن نجوراً جديدة تشكل فيها (عند النقاط التبي أشير بسهم إليها) هل يمتمد هذا التشكل على ظهور مادة جديدة – أو هل يوحي تحوذج الحالة الثابتة إلى تشكل ستظم يليه نظرية هويل : تتكفف إلى نجوم

في نفس الوقت الذي نشر فيه بوندي وخولد نظريتهما قام هويل . الذي كان على اتصال وثيق معهما . بنشر نظرية أخرى مختلفة . في هذا الرقت كانت آراء هويل منسجمة بصورة تامة مع آراء بوندي وغراد ولكه بالإصافة إلى ذلك كان قادراً على اظهار امكانية اتفاق هذه الآراء مع النظرية النسبية العامة . وفي الحقيقة فقد ساد قلمو من الجدل ولبعض الوقت حول تفضيل احدى النظرتيين على الأخرى على الرغم من عدم وجرد اختلاف كبير بينهما يدعو للة ق وقد استبان ذلك بعد الرجوع اليهما بعد عشرين عاماً . إن هالك فرقاً كبيراً بين توقعات المستنفة على النظريات المستنفة على الغريات المستنفة على الرغم من الاعتراصات الفاسفية

البراقة النظريات الأخيرة . فعند الأخط بعين الاعتبار ما تم رصده تجريبياً فيما بعد ، يجب أن يتذكر المرء الحرج الذي سببته هاتان النظريتان ويجب القول هنا فوراً إننا لا نستطيع أن نتخذ مع فلك قراراً محدداً . ففي أوقات متعددة وخلال السنوات الهشرين الأخيرة تعرصت نظرية الحالة الثابتة لضغط شديد من الراصدين وخاصة في عام ١٩٦٦ بسبب معرفة توزع المصادر الراديوية بصورة دقيقة ومؤثوقة مما دها إلى استحالة المناظ على نظرية الحالة الثابتة شكالها الأصلى .



لقه وفق فريد هويل — Fred hoyle - ما بين اراه بودني وغوله والنسبية العامة أما في الجدل القائم حديثاً فيما إذا كانت الأرصاد تسمع ببقاء نظرية الحالة الثابتة فقد كان من أكثر المدافعين عن هذه النظرية

سناقش هذه النقطة بمزيد من التفصيل في الفصل القادم ويكفينا في الوقت الحالي الإشارة إلى ما ذكر عن الفكرة العامة الفلك الراديوي في الفصل الأول. وفي الحقيقة عندما أمكن تعيين عدد أكبر من المصادر وكذلك تعيين البعد عن هذه المصادر تبين أن هالك عدداً عند المسافات الشاسعة البعد ، أكبر مما يتوقعه المرء من التوزع المنتظم . بالطبع نحن نتوقع مصادر أكثر على مسافات شاسعة بسبب القراغ المتزايد بازدياد

المسافة ولكن عدد هذه المصادر يزداد بصورة غير متوقعه وحيث لم يماول أحد من علماء الكون شرح ذلك بافتراض كون غير منتظم في الفراغ فان الخيار الوحيد هو عدم افتراض الانتظام في الزمن وذلك يعين رفض المبدأ الكوفي التام ويمكن يعد ذلك أن تعزى الزيادة في عدد المصادر الراديوية الجميدة إلى انتاج قدر أكبر منها في المراحل الأولى من تاريخ الكون . هذه الزيادة ترى عند مسافة شاسعة لأن الانفجار العام دفع وباعد أول المادة الناتجة إلى أبعد حد عن بعضها .

كان سبب الفخط الذي تعرضت له نظريسة الحالسة الثابتسة المحالسة الثابتسة المجراة أو عدم صحة هذه الأرصاد أصلاً وقد تمكن هويل من طرح المجراة أو عدم صحة هذه الأرصاد أصلاً وقد تمكن هويل من طرح يفخرية أكثر تشليباً من أجل المحافظة على روح نظرية الحالة الثابتة التي يمكن أن تعدل لتصبح قادرة على شرح مختلف الأرصاد . إن شرح بالتفصيل وقد قبل هذا التشنيب الذي يتفق مع فرضيات الحالة الثابتة علماً . يشير تعليل هويل ويؤكد بصورة جوهرية على أنه بالرغم من أن الكون في حالة ثابتة عندما نظر الله بمقياس كبير بما فيه الكفاية ذان أن الكون في حالة ثابتة عندما نظر الله بمقياس كبير بما فيه الكفاية ذان أن زادة عدد المصادر الراديوية أقل مما كان متوقعاً ، ويذكرنا ذلك بعدم الثاكد من تعينات المحافة ، بحيث يمكن أن يقال بأنه غير متفق تماماً مع نظرية الحالة الثابته .

إن كرن النظرية قد نجحت في المناسبات السابقة لا يعني أنها ستنجو دوماً في المستزيل . وفي وقت . تسطير هذا المؤلف وقعت مرة ثانية تحت ضغط شديد جداً ولا نستطيع أن نعام نتيجة هذا الضغط ولكننا نستطيع أن نقرل كما قنما في وقت سابق بأنه إذا كان لنظرية الحالة الثابتة أن تنتهي فسيكون علم الكون في وضع أسوأ من الوضع الذي يمكن أن نتخياء قبل عام 192۸ حينما وضعت النظرية لأننا ندرك الآن بأنه ليست الدينا أية معرفة على الإطلاق لبناء نظرية كونية ما لم نقترح بعض افتراضات الإنظام ويكون المرشع الوحيد الواضع هو المبدأ الكوني التام .

ستوصف التتاثيج التجريبية في الفصل القادم ، ولكن قبل أن نصل إليها نلاحظ أن هنالك جزءاً من برهان في صالح نظرية الحالة الثابتة يمكن أن يذيكر . لقد ناقشنا في السابق وبصورة عامة محور الزمن حيب أن في الكون الحقيقي عنصراً من عدم المكوسية وإن أحد السبل التي نشرح بها ذلك في الفيزياء عبارة الترتيب وهكذا يتم تعريف الكمية التي تمثل مقدار الترتيب في الجماة ، هذا الترتيب دوماً في تناقص .

لقد عالجنا في مناقشتنا السابقة مثالاً آخر عن محور الزمن ، وعندما أثينا على حل معادلات ماكسويل الكهردينامية — Electro dynamica — والتي تحاشسا عنها في فصسل سسابسق ، وجدنسا أن الحسل من أجل الحقل حول هوائي محطة الارسال له شكل ، على الرغم من أنه يصف الموجات المتحركة خارجاً بجميع الاتجاهات ، فاننا نستطيع أن نشتق منه ، وبتعليل طفيف ، حلاً يصف الموجات الداخاة إلى هوائي الإرسال من جميع الاتجاهات ولا يختلف ذلك بالعليع لأن المعادلة (أي النظرية) المعينة لا تتأثر فيما اذا وضع شريط البث في الاتجاه الخاطيم ، على الرغم من أننا نعام في عالم الفيزياء بأن المرسلات ترسل نحو الخارج ولا تستقبل شيئاً . وأيضاً فقد رأينا من مشاهداتنا أن كوننا

الفريد يتوسع فعلاً ولا يتقاعى وذلك توضيح ثالث لمحور الزمن . يميل الناس بصورة طبيعية للاعتقاد بأن هذالك علاقة سببية ما بين هذه الأمثانة المختافة عن محور الزمن .

يستطيع المرء بصورة عامة أن يرى ، أن النقاش الكهرطيسي يمكن أن يعل بتوسع الكون . فاذا كان الكون يتوسع فان ذلك يعني أن الطاقة يمكن أن تشع إلى مسافات نائية حيث تضبع ، أما الكون المتقاص فلا يسمح بهذا الضياع الكبير الاشعاع وسيجعل جرءاً منه يعود إلى المرسل ، هذا يعني أن التوسع يختار من الأول المحتمله للمعادلات . الكهرطيسية تلك الحاول الخاصة التي تمت مشاهدتها وعندما نحاول أن نستخرج ذلك بالتفصيل في الكون الحقيقي لا يتم فلك بهذه الصورة المباشره . لقد أظهر رو — P.E Roe — بأن نماذج فريدمان لوميتر للكون لا تزود المرء بمحور كهردينامي — P.Ele ctro dynamics — ويصورة مقنعة كما يتوقع . في حين أن نموذج الحالة الثابتة يفعل ذلك وبصورة مقنعة ويقدم ذلك جدلاً متيناً في صالح نموذج الحالة الثابتة سواء بشكاه الحالي أو بشكاه الحالي

في مثل هذا الوضع المتأزم. ربما يتساءل القارى، فيما إذا كان جواب النقاش موضوع الجدل يكمن في شيء آخر حيث من الممكن أن تكون كل من مدرستي الفكر الكوني السائدتين خاطئة وأنه من أجل الحصول على نظرية صحيحة يجب عاينا وضع افتراضات جديلة تماماً. الآن وبسبب طبيعة الافتراضات التي افترضت من قبل من قبل نظرية الخالة الثابتة أو نظرية الانفجار الكوبي الأعظم لهان أي افتراضات جديلة مدينا متبولة لدينا. لن يحكم ذلك بالطبع النظريات الجديدة

بالفهرورة ، ولكن من احدى التأثيرات الهامة والمقيلة النظريات هي الطريقة التي تدفعنا بها لتغيير بعض آرائنا الباقية في الآفهان . ولكن ذاك لا يعني بأن لدينا فكرة ضيئة عن كيفية الشروع بصياغة نظريات كهذه حتى نعام قدراً وافياً عن كلا النظريتين القائمتين اللتين يتعلم الدفاع عهما . سنناقش فيما يلي بعض الاقتراحات المتنوعة ، بهدف تشكيل نظريات جديدة وسينصب اهتمامنا على اقتراحين رئيسيين .

في الأعرام التي سبقت عام ١٩٩٠ أخفقت الأرصاد التجريبية الهادفة إلى انتخاب احمدى النظريات المتنافسة في تقرير نتيجة معينه ، إن أي برهان في صالح احمدى النظريتين يرافقه برهان آخر (مختلف تماماً في النوع) في صالح النظرية الأخرى . إن قلمراً كبيراً من العمل قد أنجز فعلاً ، من العمل أن نذكر أن كثيراً من الأجسام السماوية ، من نفس النوع السابق قد اكتشفت ولكن الرحمد الجاهسد قسد انخفض إلى حمود رقعية بمقادير مختلفة بمدون أن يكشف عن أي جديد يثير الإحتمام .

وليعت ولياضي وللكخير

من المناسب أن نصف الوضع في بداية الستينات كما يلي : كان مترعمر تمرفج الانفجار الكرني ميالين كالمعناد إلى المنطق والصراحة في طريتهم ولكنهم كناوا واقعين تحت حصار شديد من معارضهم أصحاب غظرية الحالة الثابتة الذين يعتبرونهم سافيجين في دعواهم لأنهم لا يصاعون افتراضات غيبية . وكانوا ينتقدونهم بقسوة التقديمهم فقط اطرآ يحوي مجموعة من النماذج المحتماة بدلاً من نموذج واحد كنموذج كون الحالة الثانية .



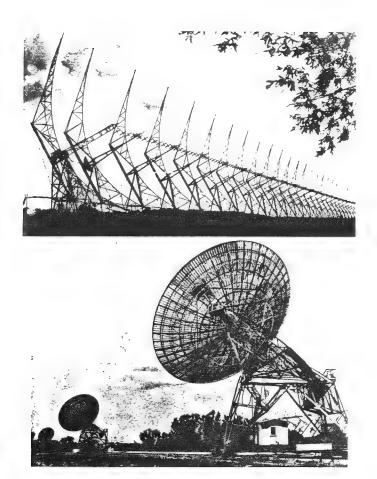
تصدر .جرة NC5128 الواقعة في مديم الظلمان والتي يقطعها صود من الغبار ضجيجاً راديوياً أقوى بالاف المرات نما تصدره المجرة العادية ويبقى ذلك في الحقيقة لنزأ من ألفاز هذا الكون

ومع ذلك فقد كان هنالك تحول كبير في الرأي ابتداء من عام ١٩٦١ عندما أعان السير مارثن رايل (Martin Ryle) مـــن جامعـــة كامبريدج نتائج احصائيات تعداد المصادر الراديوية ، ومن الأفضل أن نوضح تفاصيل هذه الاحصائيات حتى لا يشهشنا تغايرها . ويفيد الانتراض الذي وضعه رايل على غرار افتراض أولبرس وبالأحرى هيرشل بأن المصادر الراديوية على العموم لها نفس اللمعان الحقيقي ، أي متمداره ، وعلى أساس هذا الافتراض كان رايل قادراً على تعيين المسافة الناصاة عن هذه المصادر وعلى تحديد أبعادها عند أبة مسافة معلاة معتمداً على متمدار خنوتها . وقد كانت نتائج عام ١٩٦١ وفقاً لتفسيره مثيرة . وبالطبع ومن أجل أي نموذج للكون ، فان عدد المه ادر الراديوية عند المسافات الشاسعة سيزداد . فمن أجل النموذج الساكن والمتجانس سيزداد بحيث يكرن مجموع الإشعاع المستقبل من مصادر ذات أي لمعان ماحوظ ثابتاً . أما في نموذج الكون المتوسع التقايدي فسيتضح أن هذالك نقصانًا بسيطاً في مجموع الإشعاع المستقبل بالإضافة إلى لمعان معتمول (ويوافق ذاك زيادة أقل سرعة في أعداد المصادر حسب المسافة ، أي مصادر أقل بعداً) وأما من أجل نموذج الحالة الثابتة . فيكرن النقصان في مجموع الإشعاع المستقبل أكبر بكثير . لقد رصد رايل اشعاعاً في المناطق البعيدة أكثر مما رصد في المناطق القريبة بما يخالف تماماً كلاً من نموذجي الحالة الثابتة ، وتمدد الكون التة يدتيين . إن تنبق نظرية الحالة الثابتة بالفعل كان بخطأ ذي معامل مقدار. ● أو ٦ . لقد كان هنالك بعض الشاك في نتائج احصائبات تعداد المصاهر الراديوية حيث ثبت خطأ بعضها ولكن خطأنا في الماضي لا يعني أبداً أن نخطيء الآن بالضرورة .

إن مثل هذا الافتراء التام قد أخداً في البداية في دحض النظرتيين بصورة مميزة ولكن تعداد المصادر الراديوية استمر وأصبح الوضع عام ١٩٦٦ أكثر تحدياً . لقد اتضح أن أرقام رايل الأصاية تعتمد على استعماله ولسوء الحظ مصدراً راديوياً شاذا إلى حد ما كمعيار المسافة . ويمكن أن تخص الأرصد التي جريت عام ١٩٦٦ (والتي تضمنت بصورة طبيعية المزيد من المصادر) جزئياً في كامبريدج وجزئياً في استراليا ، وبدون الدخول في التضميلات التترية بالتول ، إن تعايل عدد استراليا ، وبدون الدخول في التضميلات التترية بالتول ، إن تعالى عدد الكرصاد الراديوية لعام ١٩٦٦ ثم الكون الساكن فالكون المتوسع المحلوب وأخيراً نظرية الحالة الثابتة . لقد ظات الإجابات الآن مرتبة كالسابق ولكن المجورات فيما بينها أصبحت متساوية تقريباً ، وهكذا خمل الرغم من أن نظرية الإنفجار الكوني الأعظم التقيدية كانت حسب الأرصاد خاطئة بالنسة لنظرية الكون الثابت فان نظرية الحالة الثابتة تعد أشد خطأ . في هذا الوقت تبنى هويل وجهة النظر القائله بأن نظرة الحالة الموقعة عدا أشد خطأ . في هذا الوقت تبنى هويل وجهة النظر القائله بأن نظرة إله الموقعة بنائها .

تستخدم المراصد الثلاثة التي تتضمن مرصد كامبريدج لتحديد مصادر الأشمة الراديوية في الفضاء وتستطيع هذه المراصد التحوك بصورة تسيه بالنسبة إلى بعضبها حيث ترسل الإشارات الملتقبلة إلى مخبر مركزي . يتم في المخبر المركزي مزج الإشارات القادمة من المراصد المختلفة وتحليلها



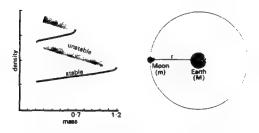


لم يتشعب تعداد المصادر الراديوية فيما بعد عن نظرية الحالة الثابتة بما هو أكثر من تعداد عام ١٩٧٦ . على الرغم من عدم وجود أي دليل قوي على التقارب . ولكن الإهتمام ابتدأ يتركز على دليل جديد ذي طابع مثير ومشوق .

الأرصاد ونظرية النسبية العامة :

يمكن اعتبار الأرصاد الجلبيدة ، هنا وكما في حالات كثيرة في العلم ، جزءاً من النظرية . ينبغي عاينا الآن العودة إلى نظرية النسبية العامة حيث تنبأت هذه النظرية بمجموعة من التنبؤات قبل عام ١٩٦٠ مما جعل الأرصاد في ذاك الوقت مثيرة الغاية . لنبتدىء بتذكر الكيفية التي صاغ بها نيوتن قانونه . لقد اعتبر أن القوة الفاعاة بين أي جسمين متناسبة طردًا مع كتلة هذين الجسمين وعكسًا مع مربع المسافة بينهما . إن النقطة الحامة التي بجب أن نشير اليها في نقاشنا الحالي همي أن هذه القوة المذكورة هي قوة جاذبة دوماً وتزداد بازدياد الكتاة . وُذَاك على تضاد تام مع حالة الكهرطيسية حيث تعتمد القوة ما بين شحنتين على الإشارة الجبرية لحداء هاتين الشحنتين . ولكن إذا اعتبر المرء مجموعة عشوائية من الشحنات فان بعض هذه الشحنات سيكون موجبًا وبعضها سيكون سالبأ وستاخى الشحنة السالبة الشحنة الموجبة وستنخفض القوة الحاصلة هذا بالإضافةً إلى تأثير التشيع الذي يحدث في حالة وجود القوى ما بين الشح: ت . إن هنالك المزيد من الأمور المعقدة ، ينبغي شرحها ، ولكنها تظهر لأن الشحنات تؤثر إلى حد ما على محيطها وتميل لأن تحذف جذبها الخاص إن أياً من هذه التأثيرات لا يحدث في حالة الثقالة .

إن هنالك سؤالاً تقايدياً حول نظرية الثقاله يطرح نفسه باستمرار وهو يسأل عن مصير كرة خاضمة لفعل جاذبيتها الثقالية فقط وغير خاضمة لأفعال قوى أخرى . ستجلب جميع جسيمات هذه الكرة بعضها بعضاً وإذا لم توجد قوى "أخرى فاعاة (ويقصد بذلك القوى اللدية ما بين الجسيمات المختلفة للكرة) فلا يوجد هندئد ما يمنع من هذا التجاذب إن هذه الكرة ستتقلص بالتلويج ، ويمكن لذاك أن يتم بصورة مقنعة تماماً وفقاً الثقالة النيوتنية ولكن هنالك حقيقة غريبة نوعاً ما وهي أن الوقت الذي تستفرقه الكرة كي تتقلص لا يعتمد على قطر هذه الكرة وإنما يعتمد على كثافتها فقط . إن كرة من الماء مهما كان حجمها ، إذا أمكن تصور ذاك وإذا اختفت القوى اللدية منها فجأة، ستقاص خلال ربع ساعة إلى العدم . إن التقلص إلى العدم أمر صعب التصور ويشار إليه عادة بالإنهيار الكارثي النهائي . إن تعبير كارثي قد يشير إلى الكرة أو إلى النظرية وذلك مطروح البحث .



الشكل الأيمين : ينص قانون نيوتن في الثقالة على أن نوء النجاذب الفاطة بين كتلتين ، ق ، ذات مقدار يتناسب مع الكتلتين وسنحي يمتد بينهما . وفي حالة الأرض والقسر يكون لدينا ق - ثالثًا حيث ثا هو ثابت الثقالة

ر ؟ الشكل الأيسر : إن زيادة مقدار المادة في نجم كثيف نسبب فقداناً لا جائياً لشوازر عندما يعرف بتقطة الانهيار . هندها تكون الكتلة مساويه ١٠٦٣ من كتلة الشمس . وقد مثل ازدياد الكتافة على الشكل بقفزة . تستمر العملية بعد ذلك حتى ،

الوصول إلى نقطة الإنهيار الثاني أما النقطة النهائية لإزدياد اخر في الكثافة فهي غير معروفة لنتصور أن المسألة برمتها قد ترجمت إلى النسبية العامة . إن العملية نفسها ستحدث وإلى حد بعيد في البدء وذاك لأن الجاذبية النبوتنية تقريب جيد النسبية العامة . إن علينا أن نتذكر أن النسبية العامة هي النظرية التي تنتج عند جعل الجاذبية النيوتنية منسجمة مع النسبية الخاصة . الآن وفي النسبية الخاصة هنالك ثابت معين له دور مميز في النظرية . هذا الثابت هو سرعة الضوء ض . كما أن في الجاذبية النيوتونيه ثابتاً آخر وعلى قدر من الأهمية هو ثابت الثقالة ج . لنعتبر الآن كتاة ك . والتي يمكن أن تكون كرتنا الأصلية فنجد ، بحساب ابتدائي الطلاقاً من النظرية أن الكمية ج 🖰 تمثل قياساً العلول ، ونحن لسنا جاهاين للأوضاع في النظريات العامية حيث تمثل الأطوال الحرجة دوراً هاماً . إن الأوضاع التي تظهر فيها كميات كهذه هي الأوضاع التي تبتدىء عندها النظرية بأخذ صفات شاذة أو بالأحرى تبتدىء عندها النظرية بالانهيار وعلى سبيل المثال . وكما ذكرنا من قبل بأن السرعات القريبة من سرعة الضوء تمتلك خواص غريبة جداً في النسبية الخاصة وعلى هذا بجب أن نهتم بالبحث في موضوع التلول الحرج المرتبط بأية كتاة خاصة في النسبية العامة .

إن السؤال الأول الذي يجب طرحه هو مقدار هذا الطول الحرج. فمن أجل جسم تعادل كنته كتاة الشدس يكون هذا الطول من رتبة نصف ميل . وبعبارة أخرى إذا تصورنا أن الشمس تقاهست بسبب انعدام جميع القوى الداخلية فيها . كما هو الأمر في حالة كرة الماء الساغة الذكر ، فاننا نتوقع شيئاً شاذاً سيحدث عندما يصل نصف القطر إلى مقدار نصف ميل . ربما يبدو ذلك تساؤلا أكاديمياً بحتاً لأنه من غير

المحتمل أبداً أن يتمل قطر جسم معين إلى القطر الحرج . لأن هاالك
دوماً قوى أخرى فاعلة . وللإجابة عن هذا التساؤل سنعود قيلاً إلى
الوراء وندون النقاش الفيزيائي لمائل الأشعاع النجمي . تنتج النجوم
قدراً هائلاً من الإشماع نراه قادماً منها وبصورة خاصة يظهر لدينا
يوضوح ما نراه قادماً من الشمس . هذا الإشعاع يحدث بسبب تفاعلات
نووية حرارية أو بعبارة أخرى انفجارات فرية محكومة بشكل جيد .
ومع ذلك فنحن نعام أن مقدار الوقود اللازم غثل هذه التفاعلات اللوية
في تناقص مستمر وستستهلك التفاعلات النووية الحرارية المادة وسيترك
النجم بارداً في درجة الصفر المطلق .

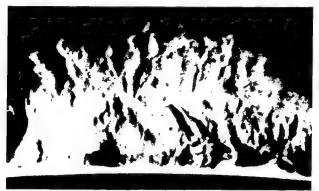
الآن ، ما هو الشكل الذي ستأخذه المادة في هذه الحالة ؟ إن علينا لتذكر أن هنالك بالإضافة إلى قوة الجاذبية قوى أخرى فاعلة هي باعتبار مجموعات صغيرة من المادة . تتألف المادة من أنواع متعددة من الجسيمات الأولية بعضها ثقيل كالبروتون وبعضها وهي الجسيمات التي تزودنا بالشحنة كالملكترون ذات كتلة صغيرة جداً . وتذعى الجسيمات التي تمتلك القدر الأكبر من الكتلة بالباريونات - Baryons البحسيمات التي تمتلك القدر الأكبر من الكتلة بالباريونات - تعد استبدال كلمة الباريون بكلمة البروتون . إذا أخذنا مجموعة من الباريونات كلمة الباريون بكلمة البروتون . إذا أخذنا مجموعة من الباريونات من أجل بناء بعض المادة فان هذه المجموعة قد تكون مشحونة وبالتالي ومن أجل صنع مادة عابدة يجب علينا اضافة مقدار معين من المكترونات نسطيع أن مهمل كتلة الالكترونات فيما يلي من حساب . وهكذا ففي نستطيع أن مهمل كتلة الالكترونات فيما يلي من حساب . وهكذا ففي نستطيع أن مهمل كتلة الالكترونات فيما يلي من حساب . وهكذا ففي

وهكذا إذا تركت مجموعة من الجسيمات فانها وفقاً للمبادىء الفيزيائية المعروفة سوف تستقر في أخفض حالة بمكنة من الطاقة . وكمثال على ذلك كرة المضرب . فهي عندما تستقر في أسفل الحفرة تكون في أدنى طاقة حركية لأنها ساكنة وأدنى طاقة كامنه لأنها في أسفل الحفره . إن هذه الحالة ذات الطاقة الأصغرية تدعى حالة التوازن وقد تم حساب حالة التوازن تلك من أجل عدد صغير نسبياً من الباريونات. وبصورة خاصة إذا اعتبرنا محموعة مؤلفة من ٥٦٠ باريوناً فان هذه المجموعة لها حالة توازن فريدة وتتألف من عشر ذرات من الحديد . بوزن ذري قدره ٥٦ ، مرتبة في شبكة بللورية واحدة معينة . إن سبب احتواء حالة التوازن على الحديد دونما غيره من العناصر الأخرى التي يمكن أن تنتج عند ترتيب الباريونات بشكل مختلف هو القوى النووية فيما بين الباريونات إن الشبكة البللورية عكن أن تتعين بوساطة القوى الكيميائية ويستطيع المرء أن يأخذ ما شاء من مضاعفات ٥٦×١١٠ حيث سيشكل ذلك فرقاً يسيطاً جداً . إن أدنى حالة طاقة ستبقى مؤلفة من حديد وزنه الذرى ٥٦ . وسيكون الحديد الآن على شكل كرة نصف قطرها حوالي خمسة أميال . عندما يستمر المرء بأخذ محموعات أكبر فأكبر من الباريو نات تتضح عندئذ أمامه معالم مختلفة . فعندما تبله هذه الباريونات كتلة أكبر من كتلة الشمس فان الالكترونات في المناطق المركزية ستسحق إلى حجوم صغيرة عيث تبتدىء بالاتحاد مع البروتونات مشكلة النترونات . إذا أضيف المزيد من الباريونات إلى الكتلة الحرجة فسيكون هنالك آسيار للحجم وسيزداد الضغط المركزي بصورة أكبر وكنتيجة لذلك سيتحطم المزيد من الالكترونات بالاتحاد مع البروتونات مشكلاً قدراً أكبر من النترونات . إن المناطق المركزية سوف تتقلص . هذا التقلص سوف يقرب أجزاء النجم بعضاً إلى بعض . وهكذا فينقصان المسافات الحاصل ستزداد قوى الجاذبية وبالتالي الضغوط . إن الكترونات أخرى ستتحطم عندما تتحد بالبروتونات وسيأخذ الأنهيار شكلاً أسرع فأسرع .

يبدو وكأن هنالك : طة توازن بهائية لهذا الأبيار عندما تتحول جميع البروتونات إلى نترونات عيث تكون النتيجة نا يعرف اليوم بالنجم النتروني ، ولكن الأمر ليس كذلك . يقع الأبيار الأول عندما تكون الكتلة مساوية لا ١٠٦ من كتلة الشمس . الآن وعندما تكون كثافة النجم عالية جداً نجد أن الكتلة الحرجة التي سيحدث الأبيار عندها مساوية ٧٠ من كتلة الشمس . ولذلك فلا نستطيع الافتراض بأن الأبيار الابتدائي سيتوقف عند وضع توازن ذي كثافة عالية جداً . تظهر الدراسات التفصيلية بدلاً من ذلك بأن الإبيار الثاني سيحدث عندما تساوي الكتلة المنصس . في هذه الحالة لا تسحق فقط القوى الكيميائية بعث تندفع الجسيمات لتصبح قريبة جداً من بعضها كالسابق ولكن بحيث أيضاً القوى النووية . هذه القوى التي سببت للنموذج أن يكون مؤلفاً من الحديد دونما غيره . عندما تنسحق القوى النووية تسود قوة الجاذبية .

هل في وسعنا تجنب الاستنتاج بأن الإنهيار الكارثي سيحدث ولو أصبحت المادة ذات كثافة عالية جداً ؟ . كلا ، إن هذا مستحيل لأن الإجابة عن مثل هذا السؤال وبسبب حدوث الكثافة العالية جداً لا يمكن أن تتم إلا بالاستعانة بالنظرية النسبية العامة ، وعندما يدرس المرء بدقة تفاصيل توزع المادة في النسبية العامة يجد بأن ضغط المادة يسهم بحد إضافي يجب أن يضاف إلى الكتلة وهكذا فعندما يبتدىء المرء باضافة

مقادير ضئيلة من الكتلة إن مادة كثيفة جداً وخاضعة لضغط عال جداً فائه سيجد بأن ازدياد الضغط يسبب ازدياد الكتلة . وفي جميع الحالات فان مبدأ السائل غير القابل للانضغاط المقبول في المنطق العادي غير مقبول في نظرية النسبية والسبب في ذلك هو أننا عندما نقول سائلاً غير قابل للانضفاط فاننا نعني بأنه لا يمكن ضغط هذا السائل أبداً تستجيب الجهة المقابلة برد فعل مساو وبجب أن نكون هذه الاستجابة فورية . وهكذا فقد نقل الجسم غير القابل للانضغاط الإشارات عبر نفسه فوراً . أي أن سرعة الصوت في جسم كهذا قد فاقت سرعة الضوء ولكننا رأينا من قبل في النسبية الخاصة أنه لا يمكن لأية اشارة أن تتجاوز هذه السرعة .



تمد ألسنة النار المتصاعدة من الشمس دليلا عنى مقدار الطاقة الهائل الذي تفقده النجوم . ولا بد قرةود اللارم من أحل التفاعلات الحرارية النووية من النفاذ وستتبرد التحوم حيثة إلى درجة الصغر المطلق

يبدو أن النوع الثاني من عدم التوازن لا مفر منه وبوضع المرء من جديد أمام السؤال الصعب التالي ، ما هي الحالة النهائية للجملة إذا كان هنالك مثل هذه الحالة ؟ . هل من الممكن أن نتصور أن المادة العادية ستنتهي من الوجود أخيراً بشكل ما ؟

إن الفناء الذي نشير إليه هنا لا يشبه فناء الأزواج المادية المتضادة الموصوف في ميكانيك الكم حيث يتحد في هذا الميكانيك كل من الالكترون والبوزتيرون بطريقة ما بحيث تختفى المادة ولكن بستعاص عن هذا الزوج بطاقة كافية تجعل توازن الطاقة صحيحاً . أما في حالة الانهيار النهائي فيبدو وكأن المادة ستختفي بمجملها حتساً . إن معالجة هذه المسألة وفقاً للنظرية النسبية العامة هو أمر معقد . فحالما يبدأ هذا الإنهيار الكارثي النهائي ستتوضع المادة في نهاية المطاف ضمن كرة ذات نصف قطر أدنى من نصف القطر الحرج المشار إليه اعلاه والمرتبط بكتلة الكرة . ومما يستحق الدراسة بالفعل رؤية ماذا تقول النظرية النسبية العامة حول مسألة المادة المنضغطة إلى هذا الحد الكبير . لقد طرح ماك كريا - William Mc crea - النقاش التالي الذا كانت لدينا كرة كتلتها ك ونصف قطرها ر وتصورنا . أننا احضرنا جسيماً . ليضاف إلى كتلتها . كتلته ك . من اللا نهاية ووضعناه ُ على سطحها . نستطيع أن نحسب استناداً إلى النظرية النيوتنية في الثقالة مقدار الطاقة الكامنة التي خسرها الجسيم . إن هذه الطاقة الكامنة هي جزء من الطاقة الكلية للجسيم ويفترض أن ترتبط بالكتلة المضافة إلى الكرة بعلاقة الماقة والكتلة قد = ٤ ض " المشار إليها سابقاً . يتضح إذاً أن مقدار الكتلة المضافة إلى الكرة هو أدنى مما أضيف إلى اللا نهاية بقدر معين . يزداد هذا القدر بنقصان نصف قطر الكرة وعندما يصل نصف القطر إلى طول

نصف القطر الحرج فان الفقدان الإضافي للطاقة الكامنة يلغي إضافة أية مادة ، بحيث لا تضاف أية مادة على الإطلاء ، بشير ما كريا ن خلال هذا الحساب بأنه يتعذر على أي جسم أن يتقلص دون نصف القطر الحرج وإن أية محاولة لإضافة المادة بهدف احداث التقلص ستفشل لأن الطاقة الموافقة للكتلة تتبدد بشكل إشعاع .

يخلق هذا الرأي صعوبات جمة عندما تنذكر أن النسبية العامة ليست نظرية مستقلة عن الفيزياء أو شاملة لها ولكنها مجرد جزء من هذه الفيزياء وأن هنالك . جزءاً آخر مهماً في الفيزياء وهو ميكانيك الكم . وفي هذا الميكانيك قاعدة انحفاظ الباريونات ، أي ، كما يعتقد . أن العدد لإجمالي للباريونات في أبة جملة ميكانيكية كمية ثابتة . إن المادة التي أحضرت من اللا نهاية في التجربة السابقة تتضمن الباريونات بصورة أساسية ولكن عندما أحضرت عادت على شكل اشعاع ونحن نعلم أن أساسية ولكن عندما أحضرت عادت على شكل اشعاع ونحن نعلم أن أستطيع الاستنتاج بأن عدد الباريونات لم يبق ثابتاً ثما يخاف تماماً الصيغ الحالية لميكانيك الكم . وفي الحقيقة لا يوجد تضارب ضمن كلا النظريتين ولا يوجد أيضاً نظرية شاملة تحويهما .

والآن ، إذا كان عدد الباربونات في الكون ليست له قيمة ثابتة على الدوام فسوف تتشكل الحالة التي يكون فيها عدد الباريونات متحولاً معيناً ضمن نظرية شاملة مناسبة . وإذا كان لا بد من تغير هذا التابع فان أفضل الشروط لتحقيق التغير هي بالتأكيد الكثافة العالية التي تحدث في الأجسام شديدة التقلص . وأكثر من ذلك فان لمجمل هذه النظرية تعجملها فبدلاً من تطبيق مدهش إلى حد ما ومباشر على النماذج الكونية بمجملها فبدلاً من

اعتبار أن الجسم يتقلص يستطيع المرء اعتباره يتمدد ويعني ذلك إدارة الشريط السينهائي إنى الوراء وسيقود نوع منالمناقشة التي أجريناها حينئذ إلى استنتاجات مناظرة في كون متمدد.

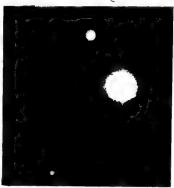
دلائل من الرصد العملي:

لندع هذه المناقشة النظرية جانباً . الفترة وجيزة . ولتتساءل عن الطريقة العملية التي يمكن أن نرصد بوساطتها التقلص أو التهافت الكارثي. أو ظواهراً أخرى مماثلة . لم يكن هنالك في بادىء الأمر أدني أمل في رزية التهافت الثقالي وكان يظن أن ما يمكن أن نراه هو ما يعرف بالنجم النتروبي . هذا النجم الذي يشكل نقطة حرجة في مثل هذا الموضوع . حيث يعتقد أن له نص حقطر مساوياً لسته أميال فقط وإذا كان سطح حيث يعتقد أن له نص حرارة سطح الشمس فائه سيشع قدراً من الشوء على رؤية مثل هذا انتجم في الحالة التي تسبق التهافت ما لم يكن قريباً على رؤية مثل هذا انتجم في الحالة التي تسبق التهافت ما لم يكن قريباً منا . كأقرب النجوم المعروفة . وفي الحقيقة لم يتمكن الإنسان من رؤية بحم كهذا حتى الآن وستكون فرصة ذهبية بالنسبة له إذا وقع مثال النجم ضمن الحدود التي يمكن أن يرى منها .

لقد تحققت في الفترة الأخيرة المكانية جديدة تتركز في علم الفلك الراديوي الذي تحدثنا عنه في الفصل الأول. فقد تم التعرف في عام ١٩٦٠ على المصدر الراديوي ١٩٦٥ آي المصدر الثامن والأربعون في المجد الثالث للمصادر الراديوية لجامعة كامبريدج وذلك بمقارنة موقعة حسب الاصدار الراديوي مع صور المسح الفوتوغرافي السماء المأخوذة من مرصد جبل بالومار (Mount Palomar) حيث وجد جسم شبيه

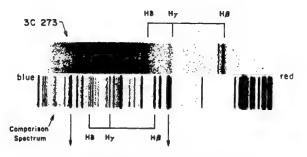
بالنجم فو خواص غير عادية في نفس الموقع تماماً. كان الإشعاع الصادر من الجسم الثبيه بالنجم هذا . ذا مركبة فوف بنفسجية قوبة وكان هذا الجسم محاطأ بقدر ضئيل من المادة السديمية أما طيفه فيه للخطوطاً حادة تستعصي على التفسير وفي عام ١٩٦٣ تبين لمارتى شميدت الحروط على المناسب حسماً عبر عادي آخر هو 30273 أن الخطوط الحادة في الطيف هي في الحقيقة نفس الخطوط التي تظهر من جسم غازي دي مصدر مركزي للطاقة . إن هذه الخطوط كانت منزاحة إلى حد كبير نحو النهاية الحمراء للطيف وفي الحقيقة يقس هيئة الخسر هذا الانحراف وفقاً الظاهرة دوبلر فسيمتاك الجسم حينتذ سرعة تراجع مقدارها ٤٤ دالمائة من سرعة الضوء .





يساوي لمعان الكوارارات - quasars -- نعدد الاف الجوم . في حين أن حجمها
لا يتجاوز ١٠٠٠/١ من حج . . النجوم . يغلن بأن الكوازارات
-- qua sars-- هي أجسم شديدة البعد عنا وتتراجع بسرع هائلة ويعد
3C48 إلى اليسار وكذلك 3c273 إلى اليمين من أقدم
الكوازارات - quasars -- المعروفة

تجعل هذه النتيجة ، التي تتنبأ بامكانية تحرك الجسم بمثل هذه السرعة الخيالية. المرء يعتقد أنه ربما كان بالإمكان تعليل ظاهرة الانزياح نحو الأحمر تعليلاً آخر ، حيث أن هنالك على الدوام طريقة أخرى للتعليل تستحق الدراسة . فقد أشرنا فيما سبق إلى الطريقة التي يسهم بها تغير الطاقة الكامنة لجسيم ما في تغيير الكتلة وذلك وفقاً لعلاقة آينشتاين للطاقة والكتلة قد = £ ض ً . فاذا افترضنا أن هذا التغير يشير أبضاً إلى الفوتونات . وهي الجسيمات التي تتألف منها الأشعة الضوئية فان الانزياح نحو الأحمر بمكن أن يعلل بوجود حقل ثقالي شديد . تنطوي هذه المناقشة على شيء من المخاصرة لأنها أولاً تخلط ما بين الفكرة النيوتنية عن الطاقة الكامنة ورأى النظرية النسبية حول تكافؤ الطاقة والكتلة . وثانيا وبشكل أكثر جدية أنها تطبق هذا المزيج من الآراء على الفوتون وهو الجسيم الذي تساوي كتلته المستقرة الصفر . لقد تغلبت النطرية النسبية العامة على جميع هذه الاعتراضات . وعندما يفترض المرء أن الفوتونات لها كتلة مستقرة تساوي الصفر فهو يستطيع تعيين حركتها في حقول الثقالة المختلفة ، ويمكن التنبؤ بأن الانزياح نحو الأحمر هو بسبب تغير الحقل الثقالي من حقل ذي شدة معينة إلى حقل ذي شدة أدنى . وفي الحالة الخاصة لـ 30273 استطاع شميدت أن يبرهن أن من المستحيل الحصول على مثل هذه الخطوط الطيفية الحادة . التي يعطيها هذا المنبع . وكذلك الحصول على هذا الانزياح نحو الأحمر بدون تأثير التراجع . أي من المصادر الجاذبة وبالإضافة إن ذلك تمكن غرينشتاين وماثبو -Jesse Greenstein and MatheW باستخدام الدايل التجريبي من ايجاد تعليل صحيح للخطوط الطيفية للمصدر 3C48 حيث اكتشفا أن ذلك يوافق سرعة



بالمقاربة مع تحفوط طيف الهيدروجين في المغبر حيث باعدنا بين هده الخصوط لايضاح الرؤيه يتضح مقدار الا نزياح نحو الأحمر الخاص به 3C273 ويشير الانحراف المساري ل1 ابالمائة إلى سافة قدرها ١,٠٠٠ إلى ٢٠٠٠ عليون سنة ضوئية

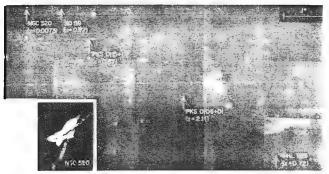
تراجع مقدارها ٣٠٪ من سرعة الضوء . أمسا المصدر 30273 فلم بستطيع أحد تفهم كنهه على الرغم من تصويره في أكثر من ثلاثة الآف مناسبة . ويعني الانزياح الكبير للكتل نحو الأحمر . استناداً للتعريفات الجديدة للمسافة (المذكورة في فصل سابق) . بأنها واقعة على مسافات بعيدة وإذا كانت هذه الكتل فعلا واقعة على مسافات بعيدة فان الطاقة الصادرة عنها . على شكل ضوء أو حتى على شكل طاقة الناطقة للمدارة عنها . على شكل ضوء أو حتى على شكل طاقة الطاقات تنتج بآلية غير معروفة لدينا حيث تستخدم طاقة الجذب المحررة بوساطة التقلص الثقالي . توالت الاكتشافات بعد ذلك على نحو سريع حيث اكتشف عام ١٩٦٥ جس أو انزياح نحو الأحمر يوافق انخفاضا في مقدار تواتر كل خط طيني إلى النصف ، وقد رد ذلك إلى المسافة في مقدار تواتر كل خط طيني إلى النصف ، وقد رد ذلك إلى المسافة الشاسعة . إن كثيراً من الأجسام التي تمتلك انزياحات كهذه أصبحت

معروفة اليوم وتختلف في شدتها بمرور الزمن سواء بالاصدار الراديوي أو الضوئي حيث تبدو أشد لمعاناً في أوقات معينة منها في أوقات أخرى وقد تبين في عام ١٩٦٥ أيضاً أن هنالك تجمعاً كبيراً منها أطلق عايه اسم كوازار به Quasars و للدلالة على المصادر الراديوية شبه النجومية) . بعض هذه النجوم ذات اصدار راديوي وبعضها ذات اصدار ضوئي . وقد برهن في السنوات الأخيرة الماضية أن المصادر الرديوية تمتلك أقطاراً صغيرة إلى درجة كبيرة . وبغاب الظن اليوم أن الخطوط الطبقية التي سبقت ملاحظتها تحص الغاز الحار المحيط بالمصادر . هذا الغاز قد يكون أكثر تمدداً من المصدر الفعلي واستطيع القول إن هذا الغاز عبارة عن مركب كيميائي عادي يشبه غازات الشمس أو غازات النجوم الأخرى في عرتنا .



أن الكراز ارات - quasars - أجما انتثرت من مركز مجرتنا بسرعة عالية وحصلت على ألوانها بسبب ظاهرة مشامة في مكان اغر وتظهر درامة المجرة الثلاثية IC3481 بأن انفجارات قد تحدث في مراكز المجرات بحيث تنفسل أجزاء كبيرة منها بسرع عالية لا تقل من الاف الأميال في الثانية

لقد أعطى اقتراح هويل ووليم فولر بأن التهافت الثقالي قد يكون مسؤولاً عن طاقة المصادر دافعاً قوياً لعمل النظريين في النسبية العامة ، وقد جعات الطبيعة المتغيرة الكوزارات Quasars مزيداً من الناس يشرعون بالتساؤل عن طبيعة الانزياح نحو الأحمر . إن هنالك سة الين يمكن أن يطرحا أولاً : هل السرعة هي التفسير الوحيد للانزياح نحو الأحمر ؟ ثانياً ، اذا كان الأمر كذلك فهل سبب هذه السرعة هو توسع الكون مما يعطي مسافة شاسعة ؟ أو أن سببها ، كما اقترح تيريل - J Terrell - أجسام تناثرت من القسم المركزي لمجرتنا بسرعة كبيرة جداً . إن مسألة تغير مقدار الضوء أو تغير مقدار الإشارات الراديوية ، هي مسألة شائكة . إن أجساماً كهذه ، كما يشعر المرء بدهياً ، والتي يجاوز سطوعها سطوع مثات السدم التي نعرفها اليوم لا يمكن أن تكون صغيرة بحيث يتغير قدر الإشعاع القادم منها بصورة ملحوظة وعبر فترة سنوات أم أشهر ، وبعبارة أخرى فان من الصعوبة بمكان تكوين نموذج ثابت حول ما إذا كان الكوازار – Quasar – يقع على مسافة كونية ، وإذا لم يقع على مسافة كونية فلا بمكن حينئذ شرح الانزياح نحو الأحمر بساطة على أنه نتيجة لتوسع الكون وسيكون هذا الانزياح مرتطأ بالجسم . نحن أمام احتمالين فاما أن نعود لرأى تيريل - Tereil - بأن هنالك سرعات عاية عالية أو أن نقبل بأن هالك نوءاً آخر من الانزياح نحو الأحمر مردة الثقالة . أما مشكلة اقتراح تبريل بأنه لا بد من وجود بعض الانزياحات نحو الأزرق ، بما يوافق حركة نحونا كما هو الحال بالسبة الانزياحات نحو الأحمر . فان مثل هذه الانزياحات لم تنحظ.



يحث ارب H.C.ARP عن علاقة تربط ما بين توضع اشباء النجوم ذات الاصدار الشديد ، أي الكوازارات – quasars – والسدم يظهر الشكل الرئيسي أربعة من تلك النجوم وقد توضعت على خط مستقيم بجانب المجرة NGC520 (الموجودة بقدر من التفصيل على يسار الشكل) وإذا لم تمكن الصدفة سبباً في هذا التوضع فمن المحتمل أن سببه انتثار هذه النجوم من وسط المجرة

إن الوضع الذي يعتبر وجود انحرافات نحو الأحمر بسبب المقالة الخضل قليلاً. إن نقاش غرينشتاين وشميدت -Grenstein; Schm'dt الأصلي والذي فحواه بأنسه يستحيال على الثقالية أن تشرح الانزياح نحو الأحمر قلد افترض بأن خط الطيف الملحوظ بأتي من قشرة رقيقة مسن الغاز تحيط . بجسم ذي كتلسة كبيرة . أما هويل وفلور (hoyle and Flower) فقد أظهرا عام ١٩٦٧ المكانية التغلب على هذه العقبة إذا كان الغاز الذي يعطي العظ الطيفي مركز الجسم وغير منتشر حوله وسيكون حينئذ في منطقة والمحافظ الطبة كان عنائة ثقالية كامنة منخفضة و بمكن حينئد للانزياح المطلوب نحو

الأحمر أن ينتج ولا يجب على الجسم مع ذلك أن يكون عائماً بالنسبة للإشعاع ويمكن أن يكون مؤلفاً من عدد من النجوم المتراصة كبير ، وربما كانت هذه النجوم المتراصة عبارة عن نجوم نترونية وفي الحقيقة لم ينشأ حتى الآن نموذج مقنع يشرح الانزباح نحو الأحمر بتأثير الجاذبية



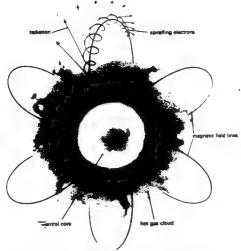
يوضح الشكل العلاقة ما بين الانزياح تحو الأحمر واللمان الطاهري لحوالي مائة وتلاثون من الكوازارات - quasars - ويري كلك الخط المثل لعلاقة هايل الطبيعية إن التجمع تحت قية الانحراف الطبيعية إن التجمع تحت قية الانحراف الشاوي لا ٣ واضح جداً قد بينا في الشكل التالي طيف النين من هذه الأجسام البيدة .

إن العديد من الملاحظات التي تتناول علم الفلك برزت إلى الفوء في هذه الأثناء وكمثال على ذلك ما طرحه آرب (HARP) في مناقشات متعددة للحم فكرة ان الكوازارات – quasars – لا تقسع على مسافة كونيه بل تتواجد جميعها في المجرة . لقد بحث آرب عن علاقات تربط استقامات هذه الأجسام مع سدم متنوعة ومتميزة . حيث أن من المعروف أن هذه السدم لا تقع على مسافة شاسعة . لقد أهملت الدراسة التي قام بها آرب فترة من الزمن بسبب صعوبة متابعة الجدل الاحصائي الذي قام به وهنالك بعض الأمثلة التي تظهر فيها الاستقامة بشكل ملحوظ كالاستقامة فيما بين أربعة من الكوازارات – quasars – والمجرة غير العادية ما ين أربعة من الكوازارات بالمتحقة بأن هنالك علاقة غير العادية ما التي تقع خارج المجرة والأجسام التي قالم التوريد

مختلفة نحو الأحمر ويعني ذلك بدوره ، بالرغم من الصعوبات النظرية ، فكرة مقنمة وهي أن الكوازارات و quasars و قسد تبعثرت من مراكز السدم . ويظهر قدر معين من الجدل الاحصائي والذي يبدو أنه جمتم بأن انزياح الطيف نحو الأحمر يتوقف كلياً عند قيمة أكبر من ، بحيث تتجمع معاً . ومهما يكن من أمر فان الدعم الاحصائي لهذه الملاحظة ضعيف ويعتقد بعض الناس أن الانزياح نحو الأحمر يكن أن يأخذ أية قيمة (وعلى الأقل أية قيمة دون القيمة لا) أما إذا كانت هنالك أية ذرى في توزع الانزياحات (ذات القيم المختلفة) نحو الأحمر فإن ذاك يعني بالضرورة أن نظرية الحالة الثابتة مستحيلة تماماً ما لم يتغسر الانزياح نحو الأحمر وفقاً لتركيب المجرات أكثر من تفسيره وفقاً لموقعها وحركتها وذاك لأنه إذا كان هنالك انتظام معين في السرعة التي سير بها المجرات فلا بد من وجود حادثة غير عادية في وقت ما أدت لهذا الانتظام .



إن انزياحاً نحو الأحمر مساوياً ل ٣ يكافي، سرعة مقدارها ٥٨٪ من مرعة الضوء _ يمثل الطيف الطوي طيفاً مخبرياً لضوه مزيج من الآرغون والحمليوم أما الخطوط السوداء التي تقطع بجمل الطيف فهي خطوط زئيق ناتجة من أضواء المدينة _ إن هذا الشكل ينتبر مثالا لتأثير التقنية على العلم النظري إن غياب الازراحات نحو الأحمر التي تتعلى قيمتها ٢ يمكن اعتباره ناشئاً عن التوسع أو عن نظرية الحالة الثابتة ومهما تكن وجهة النظر التي سنتهناها حول هذه الملاحظات فمن الواضع أنه في مرحة ما من تاريخ السديم أو النجم الكبير انطق قدر كبير من الطقة . إن هذه الطاقة كبيرة جداً بحيث لا يمكن أن تحدث بتأثير النذ لات الحرارية النووية وحدها . هذه الطاقة تعطى قدراً كبيراً من الضوء والأشعة تحت الحمراء والموجات الراديوية . وانتحتيق طاقة كها.ه يجب أن يتخيل المرء كتة كبيرة جداً موجودة في حجم صغير جداً . وتشير وجهة النظر العادية حيال ذاك وكما ذكرنا إلى أن الناتة المحررة هي طاقة ثقالية . ولكن وجهة النظر هذه لا تحدد الآلية التي يتم بها ذاك وقد اقترحت آراء متعددة لتحديد هذه الآلية كالاصطدام فيما بين النجوم أو التهافت الكارثي الجاذب لنجم وحيد الكتنة ، ولم ينق أي من هذه الآراء الاستحسان لأن مسألة هامة ظـت غير منطاة . إن من الفهروري دوماً اعتبار وجود كتاة كبيرة جداً ضمن حجم غير كبير أي وبصورة تقريبية تركز هذه الكتلة في منتصف الكوازار . إن الكثافات التي ترى عادة في مركز السدم أصغر بكثير من الكثافات في الكوازار وفي الحقيقة فليس من الواضح أبدأ الحد الذي يمكن بموجبه لجسم أن يصبح شديد الكثافة بعدما كان ةايل الكثافة خلال زمن نستطيع معرفته بسبب معرفتنا لمعدل توسع الكون وهو بمحدود ١٠٠٠٠ مايون سنة ، ويعتبر ذاك حجة قوية ضد نظرية التوسع . أما بالنسبة لنظرية الحالة الثابتة فيدكن القول بأن المناطق التي تمتاك فيها الكوازارات - quasars - كلاً كبيرة ليست سوى مناطق تشكل ويمكن في نظرية الكون المتوسع اعتباراً من حالة ابتدائية أن يتصور المرء كوناً متوسعاً في بعض الأحيان ومتقاصاً في أحيان أخرى عندثذ تغدو هذهالمناطقمتخافة فيطور تقاصهاعماسبقها.



لا ترال آلية انتاج الإشعاع في الكواؤارات - quasars أمراً عاضاً وربما كان هناك مركز صغير نسياً تصدر البلازما الموجودة فيه تياراً من الالكترونات التي تدور حلزونياً في حقل متناطيعي . وتشج مثل هذه الآلية اشعاعاً ولكن بسبب صفر الحجم وكبر الطاقة متفقد هذه الإلكترونات مصادر الإشعاع : طاقتها بطريقة ما

لقد كان الوضع ، كما يمكن أن يرى . على قدر كبير من عدم الانتظام . وعلى الرغم من جميع المشاكل القائمة ما زال الكثير من السكوين يعتقدون أن التفسير القاضي يرقوع الكوازارات على أبعاد كرنية هو من أكثر التفاسير اقناعاً . وإذا تبنى المرء هذا الرأي فسيجد . وبسب الملاقة بين مقدار اللمعان الظاهر والانزياح نحو الأحمر ، أن الكون كون متطور فعلاً ومن نسوع لوميتر — Lemaître . . .

ويقى هتالك عدد معين من النظريين اللين يأخلون بجدية بالفة الإمكانية الأخرى ، أي أن الكوازارت ليست على بعد كوني منا ، وإنما هي قريبة جداً من جرتنا . إن ذلك بعني أن الانزياح الكبير نحو الأحمر للضوء القادم منها هو خاصة من خواصها تستحق الدراسة وليس لذلك صلة بالاختيار ما بين النظريات الكونية المتنافسة . إن الانزياح نحو الأحمر إذاً فو أهمية كبيرة لاختبار نظربت انقالة حيث أن حوادث الانجار تحدث دائماً في المناطق التي تاهب فيها الحقول التقالية المنوية دوراً هاماً .

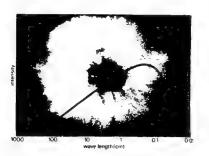


تفترض نظرية الكون النائس وجود كرة نارية ابتدائية _ هذه الكرة تبدأ بالتوسع ويستمر قوسمها لفترة تقارب ٥٠-٥٥، مليون سنة إلى حجم أعظمي ثم لا تلبث أن تتقلص إلى كرة نارية مرة ثانية وهكذا

لقد وفرت فترة الستينات دايلاً تجريبياً قوياً آخر لعام الكون بحيث أصبح ثوازن الأمر في غير صالح نظرية الحالة الثابتة وبغض النظر عن الملاحظات التي تدل على تراجع الكون مما يعارض نموذج الحالة الثابتة فان هنالك برهاناً مباشراً ألا وهو الحرارة المتخافة من الفجار إن اشراع الإنمجار وبسبب التوسع برد إلى ثلاث هرجات كفن .

وكاحتيقة تاريخية ابتدأ الناس بالنظر إلى الإشعاع ذى درجة الحرارة ٣ كنمن على أساس ،كون متطور باستمرار اقترحه ديكي – Dicke – الذي تصور أن الكون المتوسع سيتقلص متهافتاً إلى شكل كرة متقدة . من الهيدروجين . هذه المادة هائلة الكثافة سوف تنفجر من جديد وستعاد الكرة باستمرار وهكذا وكما ذكرنا فان الدرجة ٣ كفن تعنى الإشعاع المتخلف من الانفجار الابتدائي ، وهو ما كشف عنه الفكيون ووخراً . انتحدث الآن عن الطريقة التي اكتشف بها هـــذا الإشعاع . في أواثل انستينات كسان كل مسن العالمين بزياس ووياسون - A.A. Penzais and R.W Wilson من مختبرات هاتف بيل (bell Telephon laboratory) يحاولان البحث عن ضجيج موجة قد بيرة ذات طول موجة مقداره ٧ سم اعتقدا أنه قادم من الغلاف الجرى للأرض. كان الجهاز الذي استخدماه عبارة عن هواثي يمكن توجيههُ بم فرنف الاتجاهات وقد وجدا أن مقدار الضجيج يختاف حسب الاتجاه وكان ذلك متوقعاً بسبب اختلاف الغلاف الجوي ، ومن المدهش حَمَّا أَهُ عَنْدُمَا رَسَمَتُ هَذْهُ الْنَائِجِ بِعَدْمَا أَزْيِلُ تَأْثَيْرِ الْغَلَافُ الْجَوِي اتنهج بأن هذاك قدراً صغيراً من الإشماع المتخلف.

إذا نكر الرء بالكرن وفقاً لمايير ترموديناميكية فربما يعلم السؤال لنالي : ما نوع الإلداع الذي يتولد عن درجة حرارته ؟ حتى نعطي هذا الدرال سمية أكثر فهماً فان علينا أن نذكر بعض الحقائق حول الإشعاع . إن أي شرفهم قد لاحظ فعلاً كيف أن قضيياً معدنياً موضوعاً في النار سوف يصدر وهجاً أحمر وكاما كانت درجة حرارة النار أكبر اختاف اللون ليصبح أقل احمراراً وهكنا حتى يصبح أبيض في النهاية . ويمكن شرح الإشعاع في حالة الضوء هذه وفقاً لنظرية ماكسويل في الكهرطيسية شرحاً وافياً ولكن هذه النظرية الاتذكر شيئاً عن الحرارة وهي غير قادرة على شرح كيفية تغير لون القضيب مع الحرارة . إن من المناسب حاً أن نستخدم بدلاً من القضيب المعاني صندوقاً مغلقاً ثقب من أحد السلوح بحيث يمكن للمرء أن يرى ما في الداخل ، وسيتكام المرء في هذه الحالة عن اشعاع البجويف أو عن اشعاع الجسم الأسود . إذا سخنا الصندوق إلى درجة حرارة معينة من الخارج بوساطة موقد بنس ونظرنا من خلال الثقب فسنرى اشعاعاً ذا طيف معين ونعني بذلك أنه ستصدر شدة معينة للون الأحدر وشدة معينة للون الأردق والبنفسجي ستصدر شدة معينة للون الأحدر وشدة معينة لون الأردق والبنفسجي وهكذا يمكن أن تُحدد طاقة الألوان المختلفة في الضوء حسب الحرارة .



إذا كان الإشماع الخلفي بقايا انفجار ابتدائي فانه يجب أن يكون قريباً جداً من هذا المنحنى

نستطيع في الحقيقة أن نقال من صعوبة هذه المسألة إلى درجة معقولة وذاك أولاً برسم المتحنى الذي يعطي شعة الضوء بدلالة اللون حيث يقاس اللون بدلالة التواتر وعندما ير م المرء هذا المنحني من أجل درجة حرارة معينة يستطيع استنتاج المنحني الموافق للرجات حرارة أخرى ولقد برهن ويلهلم فين — Wilhelm Wien — على ذلك منذ عام ١٨٩٣ بواسئة المناقشات الترمودينامية حسب درجة الحرارة التي أجراها . ولكنه لم يستعلع التنبؤ بتوزع العائقة حسب درجة الحرارة من أجل أية درجة حرارة خاصة . أما طريقة استنتاج التوزع عند درجات حرارة أخرى فأم يمكن لها أن تبتدىء . لقد استخدم كل من لورد رايلي (Lord rayleigh) وفين (Wien) نفسه مناقشات أخرى بخصوص هذه المسألة أعطت أجربة محددة ولكنها خاطئة . وفي عام ۱۸۹۹ قسام ماكس بلانك (Max Planck) بساجراء تمديل طفيف على هذه الأجوبة فكان قادراً على ايجاد القيمة الصحيحة لتوزع الطاقة على التواترات المختلفة من أجل حرارة معينة .

وبعبارة مبسطة ، ما هي درجة حرارة الكون السائدة ؟ بما أن الكون يبدو عديم الرابطة بما هو ، بمعنى ما ، خارجي دنه ، فان الجواب العابيمي عن مثل هذا السؤال هو أن درجة حرارة الكون قريبة من الصفر المطلق ومعلياً.

لقد قسدر جورج غامسوف (George Gamow) وزملاؤه الأرقام وجود اشعاع جسم أسود . ناجم عن درجة حرارة مطاقة لما في يضع درجات ، وذلك منذ أربعة عشر عاماً . ولكن دراستهم بخصوص ذلك قد أهملت . يبدو أكيداً حسب نظرية الكون المتعلور

التي ذكرناها أن توزع الإشعاع في الكون لا يحتلف عن توزع الاشعاع الصادر عن الجسم الأسود إلا بمقدار ضئيل ربما لا بجاوز جرءاً في المنيون ، فلاحظ أن النقاط المختلفة من منحني اشدة الإشعاع كانت جميعها على اتفاق تام مع النقاط المختلفة من منحني اشعاع الجسم الأسود وذلك من أجل درجة حرارة مقدارها ٢,٧ كفن كما يمكن أن نتوقع اعتماداً على فرضيات الكون المتطور وفي الحقيقة فقد اكتشفت حديثاً نقاط أخرى من المنحني وقد وجد أن بعضاً منها ينحرف عن منحني الجسم الأسود بصورة ماحوظة .

ومهما يكن ، فيمكن شرح هذا الاشعاع وفقاً لعماية خاق مستمر في نظرية الحالة الثابتة وإذا لم يكن الإشعاع ، حقيقة ، اشعاع جسم أسود فسيصبح الشرح واضحاً ، يحمل مثل هذا الشرح إذا ما حصانا عايه امتداناً قيماً النظرية لكونه يظهر طبيعة عماية الخاق ، و'كن الأرصاد الحديثة جداً تظهر ، وبدرجة عالية من الدقة ، أن هذا الإشعاع ذو قيمة ثابتة في مختلف الانجاهات وهذا بالطبع ما يمكن أن نتوقه فيما إذا كان هذا الإشماع من بقايا الانفجار الكوني الكبير ، أما إذا كان خلفية في عماية خلق فان عدد المراكز التي يحدث فيها الخاق يجاوز عدد السلم بكثير وفي حين أن ذاك غير مستحيز فان من الصعب تصديقه ، وهذا يعني أن الضغط في الانفجار الكوني الكبير والذي يشكل الإشماع بقاياه هو الاحتمال الأكبر .

النجوم النابضة : Pulsars 3 :

مهما تكن النتيجة النهائية التي يمكن استخلاصها من الكوازارات وبنيتها فقد أدى اكتشافها في الستينات إلى اكتشاف نوع آخر من الأجام ذات الأهمية الكبيرة في الفيزياء الفكية. تنبع أهمية الكوازرات من كونها ذات حجم صغير جلاً . وقد عامنا ذلك بطرق عدة منها أن الإشعاع الصادر عن تمك النجوم يمر عبر متحابات الهيدوجين المنبه: من الشمس مما يسبب تفاوتاً في الأمواج الراديوية ويمالل فائك الطريقة التي يسبب بها الفلاف الجوي للأرض الضوء القادم من النجوم أن يوافى . إن السدم العادية لا تومض بسبب كبر حجمها بخلاف الكوازارات . وهكذا فان احدى طرق الاكتشاف التقليدية لها تتم عن طريق البحث عن مصادر راديوية ذات تفاوت سريع .



تتميز النجوم النابضة باصدار نبضات حادة من الطاقة الراديوية (الإشعاعية) تحدث خلال فترات منتظمة مدة كل منها ثانية أو أقل

في عام ١٩٦٨ ومن خلال تحرير من نفس النوع كان يجري في كامبريدج برئاسسة أنطوني هيويش — Antony heuish — تم كامبريدج برئاسسة أنطوني هيويش — Antony heuish — تم اكتشافه من قبل الآنسة بيل بـ Miss. s j . Bell — ومن خلال تحايل مخطهاات التفاوت ظنت الآنسة بيل في البدء أن الإشارات المدروسة مصدوها تشويش مرسيل سيارة شرطة ، ولكن الإشارات كانت تتكرر حوالي مرة واحلة كل أسبوع ثم تحتفي لفترة شهر كامل ثم تعيد الكرة بشكل غير متوقع كالسابق . لقد كانت الإشارات عبارة عن ومضات حادة من الإصدار الراديوي تمتد لفترة لا تجاوز واحداً على مائه من الثانية

وتحدث في فترات منتظمة تبانم دقتها أجزاء الثانية ويدل ذاك على اصدار جسم صغير جداً . وبالطبع إذا كان الجسم المصدر له نفس حجم الشـس مثلاً وتوقف اصداره فجأة فان الأزمان المستغرقة لوصول الضوء من أجزائه المختلفة إلى ناظر ما ستختلف . وفي الحقيقة يستطرم المرء القول إن هذه الأجسام المرساة والتي تسمى النجوم النابضة يجب 'لا يجاوز حجمها حجم الشمس ويجب بالإضافة إلى ذاك أن تتم حتماً خارج النظام الشمسي وغير مرئية بصرياً . لقد تم اكتشف الكثر. من النجوم النابضة فوجد أن لها جميعاً خصائص متشابهة إلى حد كبير . ولا يتوقع أن تكون كواكب لنجوم غير الشمس لأن حركتها الدارية لا تظهر انحراف دوباسر – Doppbr shift – ويستطيسع المرء أن يستنتج من ذاك أنها ليست اشارات اصطناعية . وهي امكانية لم تكن مستبعدة عندما ظهرت هذه النجوم . لنتصور كم عدد النجوم في الكون التي حجمها من حجم الشمس ، وكم منها يمكن أن يمداك كواكب على مسافة يمكن مقارنتها بمسانة الأرض وهكذا يمكن أن تحوي حياة مشابهة لحياتنا ، يتضح أن العدد كبير بحيث تصبح فرصة وجود حياة في الكون جيلة جداً بالفهل . إن حياة كهذه تشبه حياتنا قد تكون متخلفة عنا كثيراً أو متقدمة . إن بعض الكواكب وربما نصفها حيث نشأت الحاة يحتمل أن تحوى كائنات اكتشفت اشارات الاشعاعات الكهرطيسية فأخذت ترسل عن عمد الإشارات محاولة معرفة ما إذا كان هنائك من يشاطرها الحياة في هذا الكون . إن اشارات كهذه ربما تكون أيضاً اصدارات مصدرها الكواك نفسها .



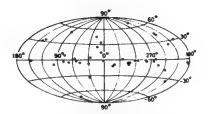
Aug 1937 - exposure 20 min



Nov 1938 - exposure 45 min

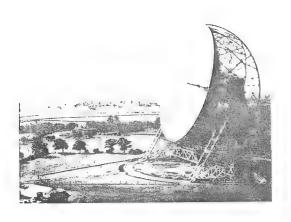


Jan 1942 - exposure 85 min



الشكل الأيمن : يظهر توزع النجوم النابضة بالنسبة لمجرتنا تجمعاً في مستوي المجرة الشكل الأيسر : تظهر هذه الصورة الملتقطة لاحدى المجرات البهيدة عام ١٩٣٧ مستمراً عملاقاً - Supernova - وبعد سنة من ذلك أصبحت المجرة وبعد تسرض استمره ع دقيقة باهته أما في عام ١٩٤٧ ومن خلال تعرض طويل بدت النجوم المجاور بشكل أكبر ولكن المستمر الصلاق - Supernova - اختفى

ومهما يكن ، فاذا لم يتوفر أي دليل عن حركة الكواكب ، يجب حيث على الإشارات أن تأتي من شيء ما يشبه النجم الذي يتج طاقته الخاصة ويصبح من غير المتصور أن يكون أي شكل من أشكال الحياة مسؤولاً عن الاشارات . تتأثر الإشارات الراديوية ، بأطوال موجاتها المختلفة ، بالحيلووجين المثاين فيما بين النجوم . كما أن الاختلاف في أطوال موجات النبضات يعطيها أزمان وصول مختلفة ويمكن الالملاقا من ذاك معرفة المسافة التي تفصلنا عن النجوم النابضة ويتضح أتها تبعد عنا صافة من رتبة مائة سنة ضوئية أي أنها واقعة في عجرتنا . بيين اكتشا المزيد من النجوم النابضة باستمرار حقيقها المذهاة التي تتمثل في دقاجها الكبيرة في المحافظة على التوقيت وتصل دقتها هذه إلى جزء من ألف مايون جزء خلال أسابيع . لقد أناز الزيد من التحري أن هالك انخذاضاً منيون جزء خلال أسابيع . لقد أناز الزيد عن المحري أن هالك انحذاضاً الفيزيائية للنجوم النابضة .



يشل الشكل أكبر أجهزة الرصد في الدلم وتصل أبعاده إلى ٢٥٠ قدم ويقع في جورديل. لقد زودنا هذا المرصد بمعظم ما نعرفه من معلومات حول النجوم النابشة في السماء الشمالية

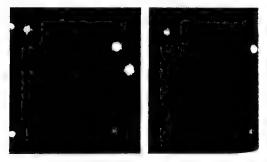
إن من أحد الحقائق الغريبة حول النجوم النابضة أن الفكيين البصريبن لم ينجحوا حتى الآن أبداً بربطها بالمصادر الضوئية كما أن مرفة عدة عثرات من النجوم النابضة وعدم نجاح أي ربط من هذا النوع لا بد أن يكون له مغزى معين لن تتضاءل قيمته إذا اتضحت في المستقبل بعض الروابط ما بين النجوم النابضة والمصادر الضوئية . إن معلم النجوم النابضة التي اكتثفت متوضعة في مستوي المجرة مما يجمأنا نتذكر الوضع القائم عندما اكتشفت المصادر الراديوية الأصابة

حيث ساد جلل كبير حول ما إذا كانت دلمه المصادر مرتبطة بالمجرة أم لا وبالتالي ربما كانت هنالك مجموعتان من النجوم النابضة .

منالك العديد من النظريات التي وضعت حول تذكل النجوم النابضة ومن هذه النظريات ما ذكرناه سابقاً عن النجم في نهاية حياته وربما كان من المفيد في هذا الموضع المخوض بقابل من انتفصيل في الأفكار النظرية حول دورة حياة النجم . إن التفاعل النووي الحراري الذي ينتج الإشعاع الآتي من النجوم النابضة ناشىء من تحول الحيا روجين إلى هليوم . ينحسر الهيدروجين بسبب الثقالة بعد ذلك نحو الداخل ويافظ نجم دون حجم متوازن كالشمس على حجمه الثابت بفعل التوازن ما بين ضغط الإشعاع نحو الخارج وضغط الثقالة نحو الداخل وعندما يتحول جميع الهدروجين إلى هليوم يشارك الحيايوم بدوره في تفاعل جديد يحوله إلى عناصر أعلى وفي نهاية المطاف تستهالك جميع التفاعلات الذرية الممكنة ونصل إلى بداية النهاية .

في نقطة بداية النهاية هذه هذاك أوضاع محتملة متعددة ت فالنجم فد يشهي بكتلة أدنى من الكنلة الحرجة ، التي يمكن أن تستمر ، ودفه الكنلة أكبر من كتلة الشمس بقابل . ويطاق على النجم في دف الحالة اسم القزم الأبيض - White dwarf - أما حجمه فيقابل حجم الأرض ويبرد تدريجياً ، أما إذا كانت الكنلة أكبر بقابل من الكتلة الحرجة عندتذ تنهافت نواة النجم كما شرحنا أعلاه وتتحد الالكترونات والبروتونات مماً مشكلة التترونات . ويتبع ذلك انكماش وسط النجم ويطلق قدراً من الطاقة فنصبح أمام الظاهرة التي تعرف بالمستعر المملاق

المركز نجماً نترونياً . أما إذا كانت الكتلة أكبر من عشرة أضعاف كتلة الشمس فلن يكون هنالك تمثيل معين أبداً . وسير ص النجم ، كما يبلو ، إلى كثافة لا نهائية . إن هذا ، هو الإنهيار الكارثي النهائي الذي ذكرناه من قبل . ويحدث المستعر العملاق بالفعل ويشاهد مرة كل ثلاثمائة عام تقريباً وقد آن أوان حدوثه في الحقيقة(ه)



تتوافق النيضات الضوئية حطيمة الدقة لحذا النجم في سديم السرطان الذي تم تصوير. خلال الفترة الواقعة ما بين الصورتين زمانيًا ومكانيًا مع ما يناظرها في أحد النجوم النابضة الممروفة

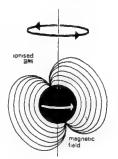
يوحي وجود النجوم النابضة بوجود النجوم الترونية ويبدو من المحتمل جداً أن حالة الإنهيار الكامل موجودة فعلاً . كيف نستطيم بعد ذاك شرح ساوك النجوم النابضة انطلاقاً من انجوم الترونية ؟ ربما يبدو الأمل الوحيد ما يسمى نظرية المنارة - Light house -

 ⁽ه) لقد شرهد مستمر حملات في ٢٣ شباط الماضي (١٩٨٧) يصدر فيضاً هاثلا من السر نبوات يبدو غير منسجم مع النظريات الشائمة حتى اليوم .

وفي هذه النظرية يتم شرح النبضات على أنها نائجة من نقطة مشعة موجودة على سطح النجم . هذا النجم يا ور بمجمله بحركة دورانية ذات سرعة زاوية عالية جداً ، وسينقطع بذلك عدود الإشعاعات الواصل ما بين هذه انتقطة ومراصد الأرض بفتر ت زمينه منتظمة وتمد يقان المرء بأن الأقزام البيضاء - White dwarfs - مرشحصة جيسلة لهذه النظرية لقد دحضت نظرية المنارة فيها بعد عندما اكتباهف العاداء الامريكيون نجماً نابضاً ذا معدل نبض يساوي ثلاثين نبضة بالثانية حيث لا يمكن القزم الأبيض أن يدور بهذه السرعة دون أن ينغاق .

يعتقد أن النجم النابض السريع المتوجد في سديم السرطان الذي ورد ذكره سابقاً هو من بقايا انفجار المستعر العملاق الذي شاهده الصبنيون عام ١٠٥٤ و ٢٠٥٥ تجدر الاشارة اليه أن النجم المركزي في سديم السرطان ينبض بنفس معدل نبض النجم النابض المذكور . لا يكن أن يطلق النجم المتروني اشعاءاً لأن الإشعاع لا يستطيع النفاب على القوة الهجاذبة الكبيرة النجم إلا إذا كان النجم أسخن بكثير ١٠ هو مقبول وبالتالي لا بد من وجود آلية أخرى ينتج عنها الإشعاع . إن أكثر النظريات شيوعاً . النظرية التي ترد آلية الإشعاع إلى تأثير والمد . تمتنطة إلى حد كبير بالمقارنة مع النجوم العادية فمن المحتمل وبسبب منفطة إلى حد كبير بالمقارنة مع النجوم العادية فمن المحتمل وبسبب مرعة دورانها الكبيرة أن تمتلك حقولاً مغناطيسية شديدة بالقمل ، وفي حين أنه لا توجد حتى الآن آلية واضحة النجوم النابضة يجب اختيارها فليس لدينا أي شك بأننا ستعلم الكثير حول تركيب النجم قريباً . وففشلاً عن ذلك إذا كانت التوقعات التي طرحها هاريسون عام ١٩٧٠ صحيحة قان دراسة النجوم النابضة تصبح ذات قيمة بالغة في التحقق صحيحة قان دراسة النجوم النابضة تصبح ذات قيمة بالغة في التحقق

من صحة نظرية النسبية . يفترض هاريسون -- Harrison -- أن الإنهيار الكارثي لنجم ما يحتمل أن يحدث وبصورة أكبر مما يحتمل للنجم النتروني وفقاً لما دعاه ه الشكل المتحرك بعنف وسرعة للنواة ، وهذا وضع يسبب فيه الانهيار الكارثي وبطريقة ما ارتداداً . ويمنع بذلك ضغط الإشعاع الحاصل في المركز انهيار بقية النجم .



هناك العديد من النظريات حول الية عمل النجوم النابضة فتقترح احدى النظريات أن البلازما والغاز المثاين والمغضت على استداد خطوط الحقل المغناطيسي مصدرة موجات اشعاعية بزرايا قائمة .

إن دوران النجم يسبب ما يعرف بنظرية المنارة , وتحن نستقبل الضوء فقط عندما يكون الشماع متجهاً إلينا فقط .

دليل غير قاطع :

نتوقع من اللراسة المستمرة والمركزة للكوازارات والنجوم النابضة أن توصلنا إلى المزيد من المعلومات حول طبيعة الأجسام الموجودة في الكون وحول توزعها . ويحتمل لأية معلومات من هذا النوع أن تكون كبيرة الفائدة في اختيار احدى النظريات المتنافسة وعلى الرغم من أنه ليس بوسعنا أن نقول أي شيء في هذه اللحظة فإن الرأي يرجح بصورة كبيرة ضد نظرية الحالة الثابتة .

ويجب أن نذكر أن هويل — Hoyle — ما زال على الرغم من شكوكه السابقة مهتماً كثيراً بهذه النظرية فتبنى بالاشتراك مع نارليكار - J. U. Narlikar - مرة أخرى جدال محور الزمسن السذي صبقت مناقشته . أما تحريهما فارتبط بايجاد علاقة ما بين علمي الميكانيك والالكتروديناميك الكمومي (quantum electrodynamics) أي (نظرية َ كم الحقل الكهرطيسي) . لقد اعتقدا أن الاختيار ما بين النظريات الكونية المتنافسة يمكن أن يتم بوساطة تجارب يجريها فيزيائيو الذرة وأن هنالك علاقة قوية مابين بنية الكون الفسيحة الأرجاء وكهر دينامية الجسيمات . وهكذا فقد أخذ مبدأ ماخ بتطرفه المنطقي . ادعى هويل ونار ليكار أن الاخفاق بملاحظة هذه العلاقة في الماضي قاد الالكتروديناميك الكمومى (quantum electrodynamics) إلى حسابات تحسوي مقادير لا نهائية صحيح أنه تم ايجاد طرق للتخلص من هذه المقادير مرة ثانية ولكن النتيجة لا يمكن أن تعتبر مرضية إلا بصعوبة . وكان جميع العاملين في هـــذا المجـــال واثقين مــن تـــنبؤات الالكتروديناميك الكمومي (quantum electrodynamics) . ومن إحدى أسباب هذه الثقة كانت الدقة العاليــة التي يمكن بهــا التنبؤ بتجارب معينة وبصورة خاصة انزياح لامب - Lamb Shift – (وهو تغير طفيف في مواضع خطوط طيف الهيدروجين) الذي تم توقعه بدقة تامة كان هويل ونارليكار قادرين على اظهار أن التفسير الآخر لانزياح لامب كان ممكناً بالاعتماد على تجاوب مجمل الكون مع الجسيم ولم يكن في هذا التفسير الآخر مقادير لا نهائية ولكنهما ، وهنا تتضح صلة عملهما ، كانا قادرين على اثبات أن هذا الحساب يمكن أن يتم في نظرية الحالة الثابته فقط وبالتاني فقد اعتبرا أن حسابهما يجعل نموذج الحالة الثابتة ممكناً إلى حد كبير . كما اعتبرا مثل هذا الدليل التجريبي ذا قيمة المعطبات الفلكية التي تلاثم نظريات التمدد .

ومن ناحية أخرى كان هنالك تحامل غير منطقي في صالح الملاحظات الفلكية المباشرة وضد الجدل النظري كجدل هويل ونارليكار . لقد تجاهل مثل هذا التحامل حقيقة أن نتائج جميع التجارب المجراة تعتبر جزءاً من النظرية ، ومن الواضح وجدف اتخاذ قرار نهائي أنه لا بد لنا من إجراء أرصاد جديدة يفترض أن تكون مختلفة في نوعها عن الأرصاد التي أجريناها سابقاً . سنحاول في الفصل القادم أن نتناول الاتجاهات المكنة التي ستاتي منها هذه الأرصاد .

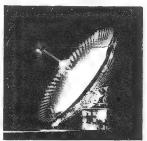
العتداليتاق

لقد قطعنا حتى الآن شوطاً طويلاً اعتباراً من نقطة البداية فحاولنا ؛ باستخدام الصورة النظرية للزمان والمكان ، تعايل الحقائق المبهمة التجربة. ويقى أمامنا قدر كبير من الأمور غير المعينة حول طبيعة الأشياء وحركتها ومكانها في الفراغ . وكل ما نستطيع أن نقوله الآن بشكل ووكد إن عام القائك يتطور بسرعة وستتوفر لدينا ومهما كان الطالم خلال السوات الفائية القادمة معاومات أوفر مما لدينا في الوقت الحاضر . يشتدل هذا الفصل على صبح للأنواع الجديدة من المعاومات وعلى التأثير المتوقع لها وسيكون شرحنا بالطبع شرحاً جزئياً لأن أي تطور يمكن أن يشرح لم يبغذ بعد مرحة النضوج . وفي الحقيقة هنالك مجالات متعددة تتعاب

سيستمر بالطبع تكاثر المصادر الراديويه حيث أن هناك شكاً قوياً في الوقت الحالي بأنها تعلي وبصورة وافية أجوبة معندغة عند تواتر ت مختفة ، إذا كان الأمر كذلك فانه بشكل أهمية بالغة بالنسبة الادعامات القائلة بأن المصادر الراديوية أقل عدداً عند المسافات الهيدة . ويوانق ذلك زمناً غابراً قبل تكتف المجرات وإن تأكيد ذلك سيشكل دايلاً قوياً على نظرية التعلور. إن الانزياح نحو الأحمر لبدفي الكوازارات انزياح كبير جلاً يصعب عاينا أن نقبل بأنه ناتج عن التراجع فقط

وإن أي دايل جديد على هذا الموضوع سيكون جديراً بالمدراسة ، ونحن بحاجة إلى إجراء المزيد من التجارب عن الإشعاع الخنفي ذي الالاث درجات كفن حيث يبدو أن بعض الأرصاد الأخيرة ذات توانق أقل مع منحني الجسم الأسود ، وإذا عزي الإشعاع الخنفي إلى الإنفجار الكرني الأعظم فسيكون اشعاع جسم أسود وسيكون ذاك صحيحاً بمدود واحد في المايون . وأخيراً فمن ضمن المسائل المعلموحة للمستقبل القريب بأن هنالك سبباً معقولاً لوجود علم انتظام مميز وحلى نفاق واسع في توزع المادة أي الكون الذلي . نستهام دراسة عدم الانتظام هذا بتحايل تفصيلي لتوزع الراوي الكوازارات وكذلك بدراسة الإشعاع الخانمي





لتصيق فهمننا لهذا الكون لا بد من زيادة عدد الأرصاد وتحسين دقتها . لقد استخدس لهذا الغرض مقايس التعاكل بهدف تحديد مواضع النجوم عبر اشارات لمثقطه من مراصد نائية البعد عن بعضها كمرصدي و الفونكوفي و بكندا وبارك في احتراليا اللذان يبعدان عن بعضهما ٢٠٥٥٠ ميل

لا نستطيع في الحتية أن نلمي معرفة الكثير حول القيامات المحتماة التي يمكن أن تنجز في العامين أو الثلاثة أعوام القادمة أو حتى في فترة العشر سنوات القادمة ولكنا نتوقع في العقد القادم أن نسمع بحدوث نفنن أكبر في انجاز الأرصاد السابقة ، ولا نتوقع أي شيء جديد مميز ، ومهما يكن ربما واجهنا مفاجأة ما . تبدو التجارب الموصوفة في هذا الفصل ذات تعالى متقدم سيفدو أكثر أهمية وقد نكون هنا خائبين جداً .

قبل شرح هذه التجارب من الضروري أن نتحدث قبلاً عن المسألة المتكررة وهي • سألة التمييز ما بين نظرية الكون التطوري و نظرية الكون ذي الحالة الثابتة . إن الكون ذا الحالة الثابتة قد تم فهمه تماماً وقد حان الوقت لمراعاة تفاصيل أكثر في الكون التطوري . اقمد شرحنا الكون المتوسع فيما صبق بما فيه الكفاية ولكن معرفتنا المنزايدة بالفيزياء اللدية تضفي على هذا الشرح دقة أكبر . لقد أصبحت نظرية الكون المتوسع نظرية خبرية أكثر من ذي قبل عندما اخترعها فريد مان واو ميتر سميطي الوصف التالي واو ميتر سميطي الوصف التالي والمتعدد على التخمين بيدون الإشارة إلى الأسباب الكامنسه وراء التقديرات العددية . لقد وضعت أغاب هذه التقديرات بما يشمل المرفة العميقة بثوابت الفيزياء الذريه .

المقارنة بين النظريات :

ابتدأ الكون المتوسع ، كما هو مقترح . توسعه أصلاً من حالة لا يمكن أن توصف إلا بالقول بأنها ذات كثافة لا نهائية . وبعد مرور جزء من مايون من الثانية باخت هذه الكثافة كثافة من رتبة كثافة نواة النوة . إن الحرارة خلال هذه المرحلة كبيرة جداً وتقدر بعشرة ملايين مليون درجة . بالطبع وفي مثل هذه الظروف غير العادية يختاف تكوين

المادة عما نألفه اليوم وهن تكمن الصعوبة التي تصدت لها نظرية الحالة الثابتة حيث لا تعترف هذه النظرية بهذه الظروف غير العادية وإذا لم يتقيد المرء بهذا الطرح المنطقي ووجد من الأفضل التصور أن قوانين الفيزياء التي اشتقت في الظروف العادية سارية أيضاً من أجل الظروف المختلفة ، فسيجد أن البروتونات وهي المكونات المستقرة للمادة ستكون غير مستقرة من أجل درجات الحرارة والكثافات العالية وستخفع للتفاعلات وتتحول إلى جسيمات أخرى وسيتشكل عندئسذ مسسا يعرف بالبروتون المضماد (Anti Proton) والنترون المضماد - Anti neutron - وستنشأ أيضاً كثافة طاقة عالية من النتربنوات - Neutrinos - سيبدأ الكون بالتوسع وستتبرد المسادة وكسذاك الإشماع وعندما تهبط درجة الحرارة إلى حوالى عشرة آلاف ميون درجة فان معظم المجسيمات غير العادية باستثناء البوزترونات ستختفي وستبقى فقط ألفوتونات والإلكترونات والبوزترونات والنترونات والنترينوات . الآن وعندما تهبط درجة الحرارة إلى ما يقارب ألف مايون درجة فان معظم الإلكترونات والبوزترونات سوف تفنى وستكون طاقة الإشعاع الموافقة أكبر .

تعلل فوى الفرات الممروف بتحلل R . لا بينا » ، ينتج عنه تشكل الالكترون ، والبروتون والنوترينو والنترون من المعروف أن التفاعلات الذرية الحاصلة في الشصر نتنج جسيمات متعددة . ولكن الجسيم الوحيد الذي يستطيع الفرار نحو الفضاء هو الترينو . إن لا ترينوات ، التي تمكننا من معرفة المزيد حول الشمس لا تملك أية كلة أوشعت . وهي تسير بسرعة الضوء والكشف عبها لا به من استمال عزافات مطبورة على عمق كبير ومليئة بالسوائل .



من الآن فصاعداً لن تكون التترينوات مرتبطة بمراحل التعلور . وهكذا فما بين درجة الحرارة المساوية لحوالي ألف مايون درجة ودرجة الحرارة المساوية العناصر من البوزترونات . عند درجات الحرارة الأكثر ارتفاعاً تكون النوى غير مستقرة فهي تتشكل ثم تتحطم ثانية . ولكن عندما تتخفض درجة الحرارة تصبح التفاعلات النووية بطيئة إذا ما قورنت بتوسع الكون ويكون مدى الحرارة المذكور مناسباً لتكوين العناصر . يستغرق الكون خلال هذا المدى وقتاً مقداره ألف ثانية ليتشكل خلالها الحيابوم بنظائر مختلفة وفي نهاية نصف الساعة الأولى سيتحول حوالي ٢٠-٣٠ بالمائة من البروتونات إلى هيايوم وعندما نهبط درجة الحرارة أكثر من ذاك ستحد الالكترونات والايونات من جديد تاركة قدراً ضيلاً من المادة في حالة تأين (حوالي واحد بالألف أو أقل من مجموع المادة) .



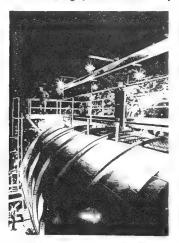
مصادر الأشمة السنية&المعروفة حالياً حيث يقع عدد يسير منها فقط محارج مستوي المجرة ما يدل على أن معظمها يستمي إلى دوب التبانة . ويقع في أقمى اليمين. المصدر الموجود في سديم السرطان ويقع على خط المركز وفوق درب التبانة المصدر الموجود في برج العقرب .

وطالما ظلت كثافة الإشعاع عالية جداً بالمقارنة مع كثافة المادة يتعلمر على كتل الغاز أن تتكثف وهذا لا يمكن من تشكل المجرات والنجوم . وذلك لأن الإشعاع يمكن أن يعتبر غازاً لا تمتلك جسيماته كتاة مستقرة وسيكون ذا ضغط شديد لا يمكن لجاذبيته الثقالية أن تتغلب عايه .

بسبب التوسع تتناقص كثافة الطاقة بصورة ثابتة بحيث أن طاقة الإشعاع ستنخفض في النهاية إلى درجة حرارة الغرنة ، في هذا الوقت تقريباً تتشكل التجمعات الكروية ذات الكتاة التي قد تساوي مائة أنف مرة كتلة الشمس . لقد تم ذلك قبل تشكل المجرات وعندما تشكت المجرات تشكلت النجوم وتتفاوت كتلة النجوم الماحوظة ما ببن عشر كتلة الشمس إلى ستين ضعفاً من هذه الكتلة . ونظراً لأن دورة حياة هذه النجوم تعتمد على مقدار الكتاة التي يمكن أن تستهاك وتعتمد على السطوع ، حيث أن السطوع متناسب مع مكاب الكتاة ، فان دورة حياة أحد أثقل التجوم هي من رتبة عشرين ألف مايون سنه بينما تبانم دورة حياة أخفت النجوم حوالي مايون سنة . يمكن بالاستناد إلى فـاك الكون التطوري تقدير عمر الكون بحوالي عشرة آلاف مايون سنة بحيث أن بعضاً من أقدم النجوم ربما يحتوي على مقدار معين من المادة المنتجة خلال نصف الساعة الأولى وتحتوي مثل هذه النجوم حتماً على ٢٠ بالماثة من الهياليوم ولا تحتوي على عناصر أثقل كالحديد والكربون ومما يجلس ذكره أن بعض النجوم المكتشفه يحتوي على قدر ضئيل من العناصر الثقية لا يجاوز واحداً في المائة وبعضها الآخر ، لا يحتوى طيفها على خطوط لعناصر ثقيلة على الإطلاق .

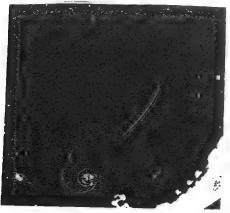


. تعتص سحابة الفيار الفامض التي تعرف بسديم رأس الحسان في كوكبة البجيار orion لإشداع من النجوم التي خلفها ثم تعيد اصدار هذا الإشعاع مم يجعل دراستهي أمراً شديد النطيد



إن الوسيلة الوحيدة الكشفعن النترينوات تتم ضمنخز انات مطمورة في الأرض مليثه بالسوائل

إن الوضع ، مع ذاك . مضل إذا قمنا باختبار تجويبي آخر النظرية فنسة الهيوم ، كما ذكرنا يجب أن تكون بحدود ٢٠٪ واسوء المظ فان النجوم القديمة ذات درجة حرارة سطحية تبلغ ٣٠٠٠ ولا يمكن لحاوط الهيوم أن تظهر إلا في أعلى النجوم حرارة . المك التي تبلغ درجة حرارة سطحها حوالي ٢٠٠٠ أو أكثر. وهكذا فلا نستطيع تحديد مقدار الهيوم الموجود في نجوم كهذه . إن هنالك نجماً واحداً أو نجسين قياسيين لهما درجة سطحية أكبر ويظهر فيهما قدر من خطوط الهيلوم ولكن هذا القدر غير معروف . نحتاج إذاً هنا لمزيد من التجارب .

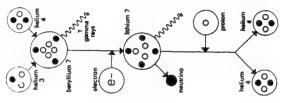


برئ "نيوترين أي أثر في غرفة الفقاعات وربما كان تفاعله النادر مع الجميسات الإخرى هو الوسيمات الإخرى هو الوسيمات غرفة الغزي المسلمات المسلمات المسلمات المسلمات المسلمات المسلمات ويتفاعل مع جميم اخر ما يعطي بروتوناً الآثر القمير على المثر الطويل المركزي - على اليمين المركزي المسلمات وبوزيتروناً عائر الحلزوني -

علم الفلك النترينوي - Nevtrino -

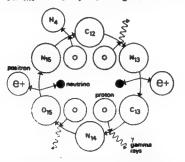
يتضح من هذه المناقشة أن هنالك حقلاً آخر ذا فاثدة كبرة النسة لعلم الكون ألا وهو عام القالم النترينوي . تخضع كثير من أوى الذرات لتحول : يصاحبه اصدار جسيمات بيتا ــ B-decay ــ وهو نحول نووي يرافقه اصدار الكترون . كما ناقشنا سابقاً ، وفي الحقيقة فمنله تنبؤ باولي — Pauli — بهذا التحال أجريت مجموعة من التجارب أعطت وبصورة مستقلة برهاناً على وجود النترينو وعلى خصائصه . إن البرهان على وجود النترياو هو أمر صعب وذلك لأنه ذو شحنة معتدلة وذو كتة مساوية الصفر وذو سبين يشبه سبين الإكترون . تعلق عميات تحرر الطاقة التي تجري في النجوم النترينوات فاذا درسنا تدنق هذه النترينوات ربما عبمنا شيئاً عن عمايات تحور الطاقة تناك . لا تتفاص التتريزوات لسوء الحظ إلا بصورة نادرة مع الجسيمات الأخرى مما يجمل الكشف عنها أمراً صعباً وربما شكل ذلك ميزة م. . نعتمد في عمم الفاك دوماً وبصورة تامة على الرصد أكثر من اعتمادنا على التجربة فيجب عيا الجوس وانتظار الإشعاعات الكهرطيسية حتى تأتى إنينا سواء كانت هذه الإشعاعات ضوء أو موجات راديوية . نتظر هذه الاشعاءت كيما تدخل المنظومة الشمسية حيث نستطيع اكتشافها بوساطة أجهزة على سطح الأرض أو في مختبرات فضائية على أحسن تقدير . تتفاعل هذه الإشعاعات التي تشكل ضوءاً أو اشارات راديوية قادءة من الفضاء الخارجي بشكل جيد وشديد مع المادة . وفي الحقيقة فاما كنا نستقبل هذه الاشعاعات بعد مرورها بالغلاف الجري للأرض وكناك بعد مرورها بأجهزتنا فلا نستطيع اكتشاف الفوتونات المحررة أصلاً" من النجوم . تغادر الطاقة في الحقيقة سطح النجوم على شكل

فوتونات منخفضة الطاقة وإن لدينا صبأ جيداً يجملنا نعتقد بأنها نتجت أصلاً في الداخل بأشكال لها ارتفاع أكبر من الطاقة ، وحتى لو تحررت من الجسم فوتونات أعلى طاقة ، كما يمكن أن يحدث أحياناً . فان الإشماع يمكن أن يمتص أو يبعثر قبل الوصول إلينا . وبالإضافة إلى ذاك فان غاز ما بين المجرات الذي يفصلنا عن الجسم يعيد اصدار شكل تحر من الإشعاع وينفس الطاقة . وربما يحرف الحقل المغناطيسي في غاز ما بين النجوم أية أشعة تنضمن جسيمات مشحونة . ان أيا من هذه العقبات غير موجود في حالة النترينو .



إحدى طرق توليد الطاقة في النجوم

ومن ناحية أخرى فان التفاحل الضعيف جداً ما بين الترينو والمادة يجل من الصحب جداً اكتشاف الترينو . وإن أي ممتص الاترينوات يجب أن يكون حساساً بما فيه الكذاية كي نستطيع اكتشاف عدد محسوس منها . إن هذالك عقبة أخرى ، حيث يصدر مقدار ضيئل فقط من طاقة النجوم المصدرة على شكل نترينوات . وعلى الرغم من ذالك كه فان هناك عماماً كبيراً بالفلك الترينوي أما الأسباب الداعية إلى هذا الاهتمام وما يتوقع منه ، فسيشرح بالتفصيل فيما بعد . نحن نعام بصورة جيدة الآية العامة لتولد النائة في النجوم وتتضمن هذه الآلية طرقا حوارية نووية نستايع تقليد بعضها على الأرض وقد حصانا على هذه المعرفة عبر طريتة معقدة من التداخل والحلف ولديا بالإضافة إلى ذاك تأكيد محوظ ضيئل النظرية إن التفاعلات النووية التي تهمنا في الحقيقة هي التفاعلات المصدرة للنتريزوات وإذا تمكنا من والحقيقة فعند البحث عن التفاعلات من الشمس ، نظراً لأن الشمس أقرب النجوم إلينا ، ينضح أن أحد التفاعلات يعلى مركز الشمس وهي ذات أهمية عظيمة بالنسبة للحرارة ، والمنا نعني ، الحرارة في مركز الشمس وهي ذات أهمية عظيمة بالنسبة لنا ، فاذا تمكنا من قياس نسبة النتريزوات المتولدة في هذا التفاعل ، والو بغذا مقداره وه بالمائة ويشكل ذاك زيادة في معرفة حرارة مركز الشمس بلغة بغوارية النجوم .



إن دورات الفحم والنيتروجين التي تحدث في النجوم ثنيج نوى الهليوم ونترينوات وأشمة غاما عالية الطاقة _ تصطلم البوزيترونات في النهاية مع الإلكترونات فخشى بعضها بعشاً

بالتلبع وبسبب الإنتاج العام ، ذي النسبة المثوية الصغيرة ، للتريزوات في جميع التفاعلات النجمية فان هنالك قدراً من التدفق لهذه الترويوات في الكون . ولكن من الصعب عاينا اكتشاف هذا التدفق الذي يمكن أن ندعوه « خلفياً ، لعديد من الأسباب ولذلك فان من الأفضل حالياً البحث عن مصادر النترينوات المخبأة في نظامنا الشمسي أولاً . إن ما ذكر أعلاه بأن قدراً ضئيلاً من طاقة النجوم يصدر على شكل نتريزوات هو أمر يحتاج للبرهان . فربما كان اصدار النترينوات يشكل الجزء الأساسي من التالقة المصدرة في مرحاة ما من مراحل تطور النجوم وعلى سيل الثال فان فاوار - Fowler - قسد قدر طاقسة التتريزوات التى تصدرها النجوم بعد احتراق الهيدروجين بحوالي جزء من عشرة آلاف جزء من مجمل الكتاة المستقرة . تساوي هذه العالقة مجموع الداقة الصادرة من احتراق الهيدروجين . في هذا الوقت تكون النجوم قد اقتربت من نهاية حياتها بحيث أن السطوع النسبي لها بدلالة النتروزوات كبير جداً . يصبح هذا السطوع أعظمياً قبل حصول الإنهيار مجموع الطاقة الصادرة من احتراق الهيدروجين . في هذا الوقت تكون النجوم قد اقتربت من نهاية حياتها بحيث أن السطوع النسبي لها بدلالة النترينوات كبير جداً . يصبح هذا السطوع أعظمياً قبل حصول الإنهيار الكارثي النهاثي وربما كان ذلك ما نراه عندما نشاهد انفجارات المستعرات العملاقة .

من المناسب هنا اعتبار المزيد من التفاصيل حول مجمل تاريخ تطور النجوم . فبعد تحول الهيدروجين إلى هيليوم بوساطة التفاعلات الحرارية . يبتدىء احتراق الهيليوم ويؤدي ذلك إما لتشكل الفحم أو لتشكل الأكسجين حسب كتلة النجم . لا تسبب تفاعلات احتراق الهيليوم اصدار .

النترينوات بينما يؤدي الاحتراق التالي وهو احتراق الفحم لتشكل نواتي النيتروجين والأكسجين . ويؤدي كذلك احتراق الأكسجين في النجوم الأخرى إلى شيء مشابه . وفلاحظ مرة أخرى الاصدار الضئيل جداً للنترينوات . ولا يد من التذكير ، من ناحية أخرى ، بأن هذه التفاعلات تجري في درجات حرارة مرتفعة ، بما فيه الكفاية لحدوث تفالي الأزواج . يمكن أن يتم ذلك بطريقتين . إما باطلاق شعاع عالي الطاقة أو بظهور النترينو والنترينو المضاد . في الحالة الثانية تستطيع النترينوات الفرار من النجم . ويبدو من المحتمل على الرغم من عدم وجود تأكيد تجريبي مباشر حتى الآن . أن هذه الطريقة هي السائدة في النجوم . إذا كان الأمر كذلك فان انتاج أزواج النترينو سيزداد وبصورة كبيرة عندما تجاوز درجة الحرارة ألف مليون درجة . تتضمن المراحل الأخيرة من تاريخ النجوم تفاعلات نووية أخرى تحدث بشكل متسارع مشكلة نظائر مختلفة تلى السيليكون وتنتهى بنوى مجموعة الحديد بأوزان ذرية تتراوح ما بين ٥٠ ـــ ٦٠ . وعندما تصل المنطقة المركزية من النجم إنى هذا الوضع يحدث الإنهيار وبحدث انفجار المستعراتالعملاقة Supernova كما ذكرنا سابقاً . ربما تساعد الملاحظة المباشرة لتدفق النترينوات في تحقيق الإثبات التجريبي الصحيح لهذه التوقعات النظرية .

هنالك طريقة أخرى ربما يصبح فيها ، الفلك الترينوي ، أمراً مهماً. ومن الصعب جداً كما ذكر نا قبل قليل اكتشاف التدفق الخلفي ، فقد يكون الإشعاع الخلفي من التترينوات أعلى بكثير من التقديرات عما يساعد في اكتشافه . يكون من الطبيعي والحالة هذه أن نتساءل عن مصدر هذا الإشعاع الخلفي ، وستكون الإجابة العادية في حالة أية اشعاعات خلفية بأن هذه الإشعاعات ظهرت في مرحلة مبكرة من تطور

الكون عندما كانت الظروف مختلفة تماماً عما هي عليه الآن ويتوافق ذلك تماماً مع وضع الإشعاعات الكهرطيسية . إذا كانت هذه الإجابة صحيحة فان ملاحظات من هذا النوع تقدم دليلا ً قوياً في صالح الكون التطوري أكثر مما تقدم في صالح نظرية الحالة الثابتة . ومهما يكن الارتباط مع الخلفية الراديوية فان نظرية الحالة الثابتة لا تزول زوالا ً نهائياً وإنما يمكن القول بأن مظهراً كهذا للطاقة ربما ينتج عن إعادة خلق المادة في جميع الأجزاء والذي هو مطلوب في نظرية الحالة الثابتة .

إن إلقاء الضوء على مسألة استقصاء الكوازارات باستخدام الرصد هو أمر مشكوك فيه حالياً. إن هنالك العديد من الطرق التي يمكن أن تسلكها الكوازارات لاصدار الطاقة الخاصة بها . وبسبب عدم توفر أي دليل عن صحة أي من هذه الطرق فمن المستحيل القول بأن احدى الآليات الخاصة التي تنتج عدداً كبيراً من التترينوات أو تلك التي لا تنتج شيئاً هي آلية مفضله وبالتائي فان مقدار المعلومات التي نتوقع الحصول عليها حول الكوازارات وباستخدام فلك النيوترين هو مقدار محلود جداً في الوقت الحالى .

علم الفلك السيني:

إن هنالك مجالاً آخر الرصد ربما يشكل أهمية كبيرة في المسقبل وهو علم الفلك السيني . هذا العلم الذي يشتمل على دراسة الأجسام بوساطة الأشعة السينية الصادرة عنها ، ولما كانت الأشعة السينية لا تصدر إلا عن تفاعلات عظيمة الطاقة فان من الضروري دراسة التفاعلات ذات الطاقة المظيمة في هذا الكون . يستطيع المرء رؤية بداية استخدام الأشعة السينية في الفلك في التجارب التي قام بها ايدلن — Edlen — الذي أظهر

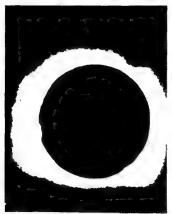
خصائص الحالة المحيطة بالشمس والتي ظلت حتى عام ١٨٨٠ سراً من الأسرار . يستطيع المرء خلال الكسوف رؤية منطقة من الفوء والتور Flarcs عيط بالشمس وكان هنالك شك في القرن الماضي فيمسا إذا كان ذلك نتيجة فيزيائية أو مجرد خداع بصري ناتج عن ضوء القمر . مقياس للطيف و المطيق قيس الضوء القادم من الحالة الشمسية بوساطة مقياس للطيف و المطياف و وتم التعرف على خطوط طيفية محددة حيث تبين أن الحالة الشمسية شيء حقيقي ولكن ذلك أظهر مشكلة جديدة من تحديد معظم الخطوط الغربية وكان أقوى هذه الخطوط اصدار من تحديد مقدا الحديد الذي لا يمكن أن يتوفر في الحالة الطبيعية . لقد كان هذا الاصدار من حديد فقد تسعة أو ثلاثة غشر الكتروناً . وفي الحقيقة اتضح من هذه اللواسة أن الحالة الشمسية غلاف غازي ذو درجة حرارة تقارب المليون درجة يحيط بشمس أبرد منه . إن الحديد يمكن أن يوجد في حالة نقصان الالكترونات هذه ، فقط في وسط كهذا الوسط .

على الرغم من أن اكتشاف ابدان قد نم في العشرينات فان علم فلك السيني لم يبتدى، كدراسة تجربية حتى عام ١٩٤٩ وكان الأمر صمباً لأنه على الرغم من أن الأشعة السينية كانت تعبر أشعة نفاذه إلا أنها لم تستطع اختراق الفلاف الجوي للأرض وكان من الضروري لهذا السبب اجراء الأرصاد خارج هذا الفلاف. لقد كانت الأشعة السينية ذات الطاقة الأخفض والمنبعثة من هالة الشمس تقف عند مسافة تقارب الساين ميلاً فوق الأرض. استخدمت الصواريخ من نوع ف ٢ (٧٧) بعد الحرب العالمية الثانية في التجارب الأولى ، حيث أجريت بعد ذلك

دراسة كبيرة حول الأشعة السينية الشمسية . ومع أن الهالة الشمسية تنبأت بوجود أشعة سينية إلا أنها لم تعد مصدراً يثير الإهتمام حول فلك . هذه الأشعة وفي نهاية الخمسينات أجرى مسح شامل السماء بحثاً عن نجوم مصدرة لها . ولكن هذا المسح الذي استخدم أجهزة غير حساسة لم ينجع . وبعد ذلك وفي عام ١٩٦٧ وخلال محاولة غير ناجحة أيضاً البحث عن أشعة و سينية ، قادمة من القمر اكتشف مصدر أشعة سينية فو اصدار قوى من أنجاه مركز المجرة .

من المعروف الآن أن هنالك خطأ في تحديد موقع هذا المصدر وأن الموقع الحقيقي ذو غرابة أشد مما كان يظن في البدء إن المصدر الرئيسي لحده الأشعة السينية التي تضرب الأرض ليس مركز المجرة ولكن مصدرها نجم يقسم في برج العقرب — Constellation of scorpio — لقد عرف موقع هذا النجم بدقة كبيرة ، تصل لدقة درجة واحدة . ولكن ما يدعو للغرابة عدم وجود نجم ، ذي اصدار راديوي أو مرئي ، غير عادي في هذا الموقع على الرغم من أن طاقة الأشعة السينية الصادرة عنه والقادمة إلى الأرض مكافئة لمقدار من الطاقة يستقبله المرء كضوء مرثي من نجم شديد اللمعان .

لقد أجري منذ عام ١٩٦٧ مسح شامل للسماء بحثاً عن نجوم تصدر أشعة سينية . وقد تم العثور على ٤٠ نجماً منها ويقع معظهما في انجاه مركز المجرة ولا تقارن شدة أي منها مع شدة المصدر الأصلي المكتشف . يقع أغلب هذه المصادر في مستوي المجرة باستثناء النين منها يقعان على زاوية قدرها ٩٠ من مركز المجرة . إن هذا التوزع تقريبي كما هو الحال بالنسبة للنجوم المرثية فعلاً في المجرة .



لا تستطيع الأشمة السينية الناتجة عن الهالة الشمسية احتراق الفلاف الجوي الأرض

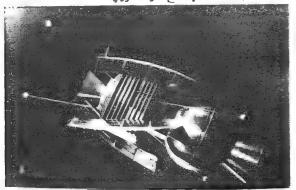
ويبدو من ذلك وكأن هنالك و باستثناء الشمس ، نوعين من النجوم المصدرة للأشعة السينية . وقد تم تعيين أحد هذه النجوم . وهو أبعد النجوم عن مركز المجرة ، بوساطة جسم فلكي معروف وهو سديم السرطان الذي ذكر من قبل . إن هذا النجم هو ثالث نجم من حيث قوة الاصدار ويمكن رؤيته من خلال مراقب جيدة حيث يبدو كجسم ضوئي غريب . إن كلا من الإشارات الضوئية والراديوية الصادرة من هذا القسم من السماء قد تكون نتاج غيوم ضخمة ذات الكترونات عالية الطاقة محتجزة في حقل مغناطيسي شديد التعقيد بحيث تنتج قدراً من الإشعاع يعرف بالاصدار السنكروتروني Synchrotron emission .



لقد حملت الأجهزة الكاشفة للأشعة السينية في البدء على صواريخ V2

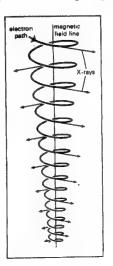
يسود اعتقاد عام بأن الأشمة السينية في هذا الجسم تنتج بنفس الطريقة أمار وما زالت هنالك في الحقيقة أمور غامضة حول هذا المصدر وقد ذكرنا من قبل أن سديم برج السرطان قد رصد ، على أنه انفجار ، من قبل الصينيين عام ١٠٥٤ . إن فترة حياة الالكترونات التي تمتلك طاقة كافية لاصدار سنكروتروني أدنى بكثير من الزمن الذي انقضى منذ عام ١٠٥٤ وبالتالي فان الاصدار الملحوظ يطرح تساؤلات كثيرة حول كيفية تعويض تلك الالكترونات العالية الطاقة وما هو الشكل الذي تختر ن فيه هذه الطاقة .

هنالك من وجهة نظر علم الكون مسألة أكثر أهمية من مسألة دراسة النجوم المصدرة للأشعة السينية ، ألا وهي مسألة تحليل الخلفية السينية . إذ يبدو من المحتمل بصورة عامة ، ولكن ذلك غير مؤكد تجربياً ، أن هذه الخلفية تأتي من خارج المجرة . تشير إحدى وجهات النظر ، التي يمكن أن نتبناها ، إلى أنها بساطة آتيه من مجموع مصادر أشعة سينية تقع خارج المجرة أي أنها آتيه من النجوم الواقعة في السدم الأخرى . وتشير وجهة نظر أخرى إلى أنها ربما تكون اشعاعاً قادماً من أتصى أصقاع الكون لأنها خلقت في الانفجار الأول . إذا تم برهان ذلك ، أي إذا كان المرء مؤمناً بأن معظم الإشعاع الخلفي آت من الأجزاء البحيدة فان نظرية الحالة الثابتة ستكون غير قادرة على تعليل هذا الوضع وسيكون ذلك نقطة في صالح الكون التطوري .



تحمل الأجهزة الكاشفة للأشمة السينية الآن عل توابع فلكية اشماعية الشمالة:

إن من الأمور الهامة التي تستحق الدراسة في العقد القادم ، هي تلك يتعلق بالنظرية النسبية العامة . نحن نعلم أن النظرية النسبية العامة وسيلة جيدة يمكن أن تستخدم في وصف العالم بمقياس كوني وذلك مالا تؤيده نظرية الحالة الثابتة وبالتالي فان ما نعرفه عن النسبية العامة يمكن أن يفيدنا في اتخاذ قرار حول المسألة الكونية . وقد ذكرنا في الفصل السابق مقدار صعوبة التمييز ما بين توقعات النسبية العامة وتوقعات ثقالة نيوتن فيما خلا بعض الظروف الخاصة . إن النظرية النسبية قد عانت وبصورة خاصة في السنوات الأولى من حقيقة أن هذه النظرية قد استخدمت لوصف الجمل التي وصفها ميكانيك نيوتن من قبل . وعلى سبيل المثال نذكر ما جرى من وصف لحركة الكواكب حول الشمسي . لكن الإهتمام انصب بعد الحرب العالمية الثانية انصب على ايجاد المسائل التي تقدم لها نظرية نيوتن نفسيرة عجزاً تاماً .

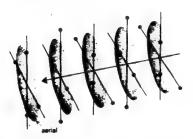


ر ما كان الاصدار السنكروتروني السبب في وجود أشة سينة فعندا تسلك الإلكترونات مداراً حلزونياً في حقل كيوطيس تفقد جزءاً من طائعها ويتحول الإشماع من اشاع سيني إلى تواثر راديوي



إن سديم السرطان وهو يقايا افضجاد . نجمي يعتبر مصدراً هاماً لأشمة من والموجات الراديوية . تمرع الإلكترونات إلى درجة عالية من الطاقة في المركز ويسبب الهيدوجين الذي تبلغ درجة حرارته ٤٠,٠٠٠ درجة احسرار اللون في الخارج .

واليوم تبرز مثل هذه المسألة من المقاونة بين ثقالة نيوتن والنسبية المامة ونظرية ماكسويل في الكهرطيسية . فلدينا في نظرية ماكسويل الكهرطيسية . فلدينا في نظرية ماكسويل الكهرطيسي . وغمن نعلم تطبيقات متعددة لهذا الحل يمكن أن تستخدم في وصف البث التلفزيوني مثلاً أو في وصف ما يرد من النجوم من إشارات ضوئية أو راديوية . إن جميع هذه الحلول الموافقة لمعادلات ماكسويل تمتلك عاصة مشتركة واحدة يمكن أن نصفها بأن نقول بأنها حلول شعاعية . وفي الحقيقة فان ذلك لا يعد مسألة بسيطة يمكن شرحها أو حنها بدون وفي الحقيقة فان ذلك لا يعد مسألة بسيطة يمكن شرحها أو حنها بدون استخدام لغة تقنية ولكن سيكون من الكافي بالنسبة لأغراضنا إذا فكرنا فيها ببساطة على أنها توافق حقولاً كهرطيسية تتصرف بصرة تقريبية فيها ببساطة على أنها توافق حقولاً كهرطيسية تتصرف بصرة تقريبية كاشارات محطة البث الإذاعي أو تتصرف كالضوء . وهنا ينظرح كاشارات محطة البث الإذاعي أو تتصرف كالضوء . وهنا ينظرح التقال عما إذا كان يوجد لمعادلات الحقل الثقالي حلول شعاعية .



عندما تمر موجة ثقالية (أثير لها هنا بسهم) هوائي بسيط يحمل أدبعة جسيمات متوضعة على تطرين فيه فان هذه البعسيمات تتحرك بالنسبة إلى مضما

إن احدى الخواص الهامة للحلول الشعاعية لمادلات ماكسويل كونها تسافر بسرعة الضوء أما في الثقالة النيوتنية فلا يوجد أي سرعة محددة — كسرعة الضوء مثلاً — وإن التفاعل بين الأجسام يتنشر فورياً . فاذا تخيلنا أن الشمس تلمرت فجأة فان الأرض ستبدأ فوراً بالتحرك على خط مستقيم بدلاً من التحرك على مدار الهليلجي ، على الرغم من وجود ثماني دقائق لا يخيم الظلام على الأرض إلا بعدها . وهكذا تشكل الثقالة النيوتنية اقتراباً سيئاً من النظرية التي تأخذ اشعاع الثقالة بعين الاعتبار ، إذا كان هذا الأمر يلعب فعلاً دوراً هاماً .

وهكذا اعتبرت مسألة وجود اشعاع ثقالي ومسألة خصائص هذا الاشعاع مسألتين هامتين جداً بالنسبة للنظرية النسبية في الخسبينات . وطالما كان الجانب النظري هو المعني بالأمر تظل طبيعة الأشعاع الثقالي مفهومة تماماً . لنعتبر أن لدينا جسمين أو أكثر كانا في الأصل في حالة ساكنة بحيث أن حقل الثقالة المحيط بكل منهما مساو وبصورة تقريبية الحرح) . إذا تحوك هذان الجسمان أحدهما بالنسبسة للآخر ثم عادا إلى السكون مرة ثانية فأهما سيصدران اشعاعاً ثقالياً ما بين حالتي البداية والثهاية . وبالإضافة إلى ذلك تصبح الكتلة النهائية لهذين الجسمين المختارين أدني من مجمل كتلتيهما الأصلية بمقدار الطاقة المحمولة بعيداً المنا الإشعاع . وهكذا فإن الوصف النظري مرض تماماً ويبقى بوساطة الإشعاع . وهكذا فإن الوصف النظري مرض تماماً ويبقى أمامنا اكتشاف شيء تجربيي ما حول أمواج هذا الإشعاع . إن أي برهان عن وجود مثل هذه الأمواج بعني بالضرورة أن مزيداً من المعرفة برهان عن وجود مثل هذه الأمواج بعني بالضرورة أن مزيداً من المعرفة حول النظرية النسبية العامة قد تحقق وسيشكل ذلك أهمية بالغة في علم الهلك .

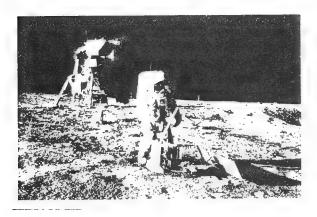
المرجع الأكبر بخصوص تحري . الإشعاع الثقالي هو جوويبر في ميريلاند (Joe Weber) وربما كان موقف ويبر في هذا الشأن يشبه موقف هرتز (Heinrich Hertz) بعد أن نشر ماكسويل معادلاته وتوقع وجود اشعاع كهرطيسي إذ تمكن هرتز ــــ Hertz ــــ ت من صنع ما يمكن أن نسميه فرجة شرارة ومستقبل. ويتغيير مواضعهما النسبية كان هرنز قادراً على تحديد طول موجة الإشعاع الذي يتعامل معه . وبالإضافة إلى ذلك ، ومن أهم الأمور على الإطلاق أنه كان قادراً وبوضوح تام على اظهار أن الإشعاع يسافر من المرسل إلى المستقبل بالطريقة البسيطة التي تظهر أن الشرارة في المستقبل تتوقف عندما ينقطع التيار الكهربائي عن المرسل . أما في حالة الإشعاع الثقالي ولسوء الحظ لم يكن ويبر في وضع يحسد عليه على الإطلاق لعدم وجود مرسلات للاشعاع الثقالي على قدر كاف من القوة . حيث أن قوة الثقالة أضعف بكثير من القوة الكهرطيسية . إن أي جسم من الأجسام التي تتحرك ضمن المختبر لا بد حسب النظرية أن تصدر اشعاعاً ثقالياً ؛ لكن هذا الإشعاع سيكون ضئيلا بحيث يتعذر اكتشافه بالوسائل التجرببية المتاحة حاليًا وبالتالي فان الإمكانية الوحيدة تنحصر في انتظار اشعاع ثقالي قادم من كارثة كبيرة في هذا الكون . وليس من الصعب التكهن بأن نوع الحوادث التي نتوقعها هي حوادث ارتصاص الكتل الضخمة ، التي لا يمكن تجنبها ، وظواهر مماثلة .

لقد قام ويبر Weber بمجموعة من التجارب يستحسن تمسل مناقشتها التحدث قليلاً عن الإشعاع الثقالي إن النسبية العامة نظرية أكثر تمقيداً ، بكثير من نظرية ماكسويل الكهرطيسية . وإذا أردنا اكتشاف موجة كهرطيسية فاننا نحتاج إلى هوائى معين ثنائى الأقطاب بصورة

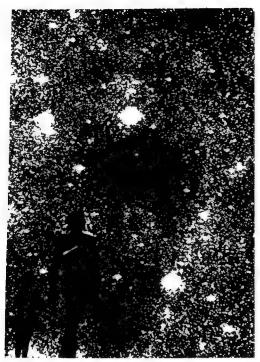
أساسية (وعند الحديث عن الهوائي نود أن يتم هذا الحديث بأبسط الطرق النظرية وبدون التساؤل عن خواص قضبان القولاذ وغير ذلك) يمكن أن يعتبر الهوائي مؤلفاً من جسمين مشحونين تفصل بينهما مسافة معينة وعندما تعبر الموجة الكهرطيسية بينهما يتغير تباعدهما . إن اكتشاف الموجة الكهرطيسية يعد أمراً يسيراً عندما يقارن باكتشاف الموجة الثقالية . فالاكتشاف هذه الموجة يحتاج المرء إلى جملة مؤلفة من أربعة جسيمات مرتبة على دائرة مثلاً . وعندما تعبر الموجة الثقالية الفراغ الكائن بين هذه المجسيمات سيتباعد الزوجان الموجودان على أحد القطويين وسيتقارب الزوجان الموجودان على أهد القطرين وسيتقارب الزوجان الموجودان على القطر الأول

وفي الحقيقة كان لا بد لنا من ذكر هذه المعلومات التقنية من أجل فهم التركيب الأساسي بلهاز ويبر . لقد استخدم ويبر اسطوانة من الألينوم ارتفاعها حوالي خمسة أقدام ويتراوح قطرها ما بين القدمين والثلاثة أقدام وقد ثبت حول مركزها عدد من البلورات الموصولة بحضخم للتيار المستمر عالي الخرج . عندما تمر الموجة الثقالية عبر الإسطوانة فستشكل وضع انضغاط فيها يحدث اقتراباً في بعض أجزائها وابتماداً في أجزاء أخرى منها وبالتالي ستتولد في البلورات تيارات كهربائية يمكن أن يضخمها المضخم . يبدو الجهاز بسيطاً للغاية ولكنه سيصادف بحموعة من المقبات سببها ضعف طاقة الإشماع المتوقع ويتضمن الجهاز بناء مضخم عالي الخرج وينتج عن ذلك بأنه سيكون قادراً على اكتشاف عدناً ضجة ، أو مرت حافلة بالشارع المجاور فستظهر اشارة كبيرة . عدناً حميع ذلك يجب أن يلغى . لقد عمل ويبر في البدء على أساس بناء جميع التشويش بحبح التشويش بحب جميع التشويش

الخارجي بهذه الطريقة لأن الهزات الأرضية على سبيل المثال تستطيع التغلب على أي عزل . وربما كان هنالك اشعاع كهرطيسي قادم من الشمس أو كان هنالك أشعة كونية ، وسيؤثر جميع ذلك على الجزء الكهربائي من الجهاز . وقد استطاع ويبر تجنب هذه الصعاب عندما استخدم مكشافين بدلاً من مكشاف واحد تفصلهما مسافة معينة .



يثبت ألدرين Aldrin ه تجهيزات على سطح القسر يهدف نقل تفاصيل الحزات القسرية إلى الأرض , يعطي تتبيت أجهزة من نوع سختلف يفضل وضمها في نقطتين فائتين عن بعضهما معلومات قيمة جداً حول الإشماع الثقالي , وربما كان تقل مثل علمه الأجهزة إلى القسر أمراً ليس يبعيد



عنفقاً ننظر إلى السماء مجده تطرح علينا أسئلة أساسة شنى ف هذا الكون ؟ هل يتطور باستمرار ؟ أم أنه النخذ ذات الشكل منذ تفييم الأزل وإلى الأبد أو أن شيئاً خلافاً لفك يحدث افنا نبحث عن تظرية كونية جامعة وعن برهان ملحوظ وسيتابع ذلك أولا دنا وأحفادنا

ربما يتساءل القارىء عن سبب استخدام اسطوانة الألمنيوم هذه ذات الكتلة الفسخمة . إن السبب في ذلك هو أن حساسية المكشاف تعتمد بصورة رئيسية على كتلته . كان ويبر في البدء يفكر باستخدام أكبر حساسية من اسطوانة الألمنيوم ولكن الأرض يسودها تشويش شديد حساسية من اسطوانة الألمنيوم ولكن الأرض يسودها تشويش شديد وسواء كان مبعث هذا التشويش الأرض بحد ذاتها أو الإنسان الذي يسكن عايها ، وذلك بالطبع شيء لا يمكن تجنبه ، فان هنالك امكانية أخرى في هذا الصدد تتركز باستخدام القمر كمكشاف ، ككتة تثبت البلورات عايها عندما يزور رواد الفضاء القمر وربما شكل ذلك طربقة ناجعة في اكتشاف الإشعاع البجاذب ولكنها لم تستخدم حتى الآن .

استخدم ويبر ، حااياً ، مكشافين متباعدين أحدهما في ميريلاند والآخر في آرغون وذلك بهدف تجنب الإشارات الطفياية . أما طبيعة الإشارات التي لحظها فكانت عبارة عن نتوءات مستدقة أعلى من العتبة الهامة للاشارات المتولدة عن الضجيج وقد عين أيضاً ، نتيجة لرصد في المخبرين ، تزامناً يعني وجود بهايتين مستدفتين فوق العتبة بتوافق ألم المخبرين ، تزامناً يعني وجود بهايتين مستدفتين فوق العتبة بتوافق تحدث مرة واحدة كل عدة سنوات . لقد لاحظ ويبر في الحقيقة المزيد من المصادفات التي تحدث مرتين أو ثلاث مرات اسبوعياً وقد استطاع من المصادفات التي تحدث مرتين أو ثلاث مرات اسبوعياً وقد استطاع أن يبرهن باستخدام طريقة الحذف عدم وجود شيء يمكن أن يسبب خلال باستثناء التحالة حيث استخدم ارتفاع الإشارة لقياس قرنها . أما جهازه فيحتوي على عمود يميل بزاوية قديرها •٧٠ ويسع أطراف السماء كاما دارت الأرض . وقد قضي ويبر ساعات طوالاً من أجل

الحصول على المخطط الذي يظهر فيما إذا كانت الشدة في أحد الإتجاهات أعلى من الشدة في اتجاه آخر . يوجد مؤشر قوي على أن هنالك ارتفاعاً في شدة الإشارة آتياً من جهة مركز المجرة .

وإذا كان الأمر كذلك فيبدو أن المسألة ليست مسألة ارتصاص - Collapsing - في النجوم أو مستعر عملاق - Collapsing فيها . كما أنها ليست أيضاً مسألة كوازارات - quasars بقلو ما هي شيء ما يحدث في مركز المجرة مسبباً الإشعاع . إن مقدار الطاقة في احدى النبضات يبدو مرتبطًا بقدر من الطاقة يناظر كتة تزيد عن كتلة الشمس . وفي الحقيقة فاننا يجب في هذه المرحة أن تكون حذرين لأننا لا تحيط عاماً بالحسابات التي أجراها ويبر . لقد افترض وببر في البدء الافتراض الطبيعي بأنه لم يوفق باختيار التواتر الذي يتجاوب مهه الجهاز . وهكذا فقد توقع أن مقدار الطاقة الماحوظ عند تواتر معين سيكون مساوياً تماماً مقدار الطاقة عند أى تواتر آخر ، وعلى الأقل ضمن حزمة من التواترات متوسطة القياس . إذا كان هذا القدار من الطاقة يأتي من ارتصاص فان هذا الارتصاص سيكون كارثياً لجسم تجاوز كتاته عشرة أضعاف كتاة الشمس وسينهار خلال رءن يساوي واحداً بالألف من الثانية . فمن الواضح إذاً أننا نحتاج إلى قدرة عالية من التحويل إلى أمواج ثقالية لتنتج طاةات من النوع الملحوظ . أما إذا كان ذلك بمجمله قادماً من مركز المجرة فان مجرتنا تفقد من الكتة سنوياً ما يساوي ثلاثماثه ضعف كتاة الشمس . وهذا بالطبع مقدار كبير .

تمكن ويبر فيما بعد من تعديل جهازه بحيث يستقبل موجات له

تواترات مختلفة ، ويبدو واضحاً الآن أن هذه الموجات ربما تشغل حزمة ضيقة من التواترات . إذا كان الأمر كذلك فانه يعني بالطبع أن ويبر كان موفقاً إلى درجة كبيرة عندما اختار التواتر الأصلي ولكن الأهم من ذلك أن هذا التواتر يخفض مقدار الطاقة التي يحتمل أن نحتاج إليها .

إن هنالك دوماً بالطبع ، وفي غمرة الإكتشافات للمادة البعيدة جداً ، احتمال أن تكون قريبين من نجم نتروني . تحلث فيه الحزات مرتين أو ثلاث مرات أسبوعياً . ويظن بأن النجوم النترونية تمتاك قشرة قاسية تتيح امكانية حصول هذا النوع من الهزات عايها مما يسبب الإشعاع الذي يجعلنا في هذه الحالة نعام أكثر بقايل عن الكون بمجمله . إن هذه الإمكانية غير المحتملة أبداً تذكرنا بأن النسبية العامة ما تزال مرتبطة بالأمر حيث ستظهر في ذهن القارىء بصورة طبيعية فكرة أن مثل هذا النجم النتروني القريب سيكون مرثياً بصرياً . إذا أخذنا نجماً نترونياً وقد تقاص حجمه إلى حجم الكرة التي تتنبأ بها النظرية النسبية ، من أجل أية كتلة ، فسيكون بالطبع غير مرئي عن بعد . فاذا كانت لدينا كتة مقدارها ك وحسبنا طولها الحرج ج ك ورسمنا الكرة التي يساوي نصف قطرها الطول الحرج فسنجد في الحالة التي تكون فيها الكتاة متوضعة بكاملها ضمن الكرة أن سطح الكرة ذو خصائص غريبة فهو يسمح للاشارات بالدخول ولكنه لا يسمح لها بالحروج ، أنه نوع من السطوح ذات الإتجاه الواحد ضمن الفراغ الذي يشغاه . إن أي ضوء أو اشماع ينتج ضمن الكرة لن يكون قادراً على الخروج ولن نكون قادرين على رؤية النجم . إن مثل هذه النجوم تعرف الآن باسم ، الثقوب

السوداء ، ويمكن أن تكتشف بوساطة حقالها الثقالي بغض النظر عن اطلاقها للاشعاع الثقالي وعلى الرغم من عدم اكتشافنا لأي نجم من هذا النوع فليس من المستحيل وجود أحدها .

ويجب، مهما يكن ، ألا تحقيء بسبب الأهمية التي تمتاكها النسبية المناهة في جميع اعتباراتنا حيث تفترض أنها جزء رئيسي من الفيزياء النظرية فهي لا تعلو كونها بجرد جزء ضئيل من هذه الفيزياء . ضئيل ولكنه هام . ضئيل لأنه غير مرتبط ببقية الفيزياء النظرية ذلا توجد منالك أية نظرية كونية مقنة حتى الآن تستطيع أن توحد ما بين النظرية النسبية العامة وميكانيك الكم . وقد شرحنا في الفصل السابق ، كمثال على ذلك التناقض ، النظرية الهجينة التي تأخل آراء معينة من النسبية العامة وآراء أخرى من ميكانيك الكم . إذ يبلو أن انحفاظ العدد الباريوني لا يتم ضمن كتلة تحجمت إلى داخل كرة شفارتس شيلد وليست لدينا في الوقت الحاضر أية فكرة حما إذا كانت أية نظرية جامعة في المستقبل ما بين ميكانيك الكم والنظرية النسبية تستعليع أن تزيل هذا التناقض أولاً ، ولكننا نأمل ذلك . وفي أنوقت الحالي وفي غياب مثل هذه النظرية لا بد لنا من الاستعانة بالحقائق التجريبية وكذلك غياب مثل هذه النظرية لا بد لنا من الاستعانة بالحقائق التجريبية وكذلك . الكم الحديث لأنهما على بعض الصاة بعلم الكون .

إن من أهم المعالم المذهاة في مجال اللمرة وجود عدد كبير جداً من المجسمات ، التي كانت تدعى في السابق جسيمات أولية ، تأكد الآن وجودها . لقد تغير الوضع بصورة مثيرة خلال السنوات العشر الأخيرة حيث تم تصنيف الجسيمات تصنيفاً منطقياً . أما أكثر التصانيف

عقلانيه وهي ما يعرف ينظرية تناظر SU3 فكانت بسبب غيل مان (Murray Gell man) عسام 1978 الذي اقترح أن هسذه الجسيمات مؤلفة من قطع بناء أصغر يسمى احداها كوارك ه quark و وتعد شحنة احدى هذه القطع شيئاً عميزاً لحذه القطعة على الرغم من أن شحنات الجسيمات الملحوظه هي من مضاعفات شحنه الالكترون كواكمن « الكواركات ، تحمل شحنة تساوي ٣/٣ ك أو ٣/١ ك وقد كرست في عامي 1972 مجهود كبيرة في البحث عن « الكواركات ، عمل الأرض ولكن دون طائل . وقد اقترح هوانغ وادواردز . عن « الكواركات ، عملاة شرح مصدر طاقة الكوازارات وبعبارة أخرى عن « الكواركات » عملاة شرح مصدر طاقة الكوازارات وبعبارة أخرى فقد اقترحا امكانية ملاحظة ه الكواركات » في أمكنة أخرى سوى الأرض ويذكرنا ذلك بالطع بوضع مشابه ، فقد اكتشف الحيليوم على الشمس قبل اكتشافه على الأرض وذلك بوساطة خطوط الحيليوم في الطيف المعمسي .

كان المبدأ في فكرتهما بسيطاً جداً حيث افترضا وجود نوى فيها نقص في قطع البناء « quarks » المؤلفة لها مما يؤثر ، كما هو متوقع تأثيراً بالغاً على أطوال موجات خطوط الطيف في فرات عديدة وإذا لحظ الفلكي هذا الاختلاف فسيعاله تعابلاً خاطئاً لأنه رأى الخطوط الطيفية في غير مواقعها المتوقعة بالنسبة إلى بعضها . وبواسطة التحايل المفصل العناصر الذي يمكن أن يتوقعه المرء ، ومقارنة الخطوط الصادرة من الكوازار 2013 اعتقدا أن الانزياح الكبير نحو الأحمر في هذه الحالة ، 1,90 ، ليس كونياً تماماً وقلرا بأن الإنجراف نحو الأحمر هو بحدود 4,70 ، أما باقي الإنجراف فهو غير حقيقي وسببه تغير طول موجة بحدود 4,70 ، أما باقي الإنجراف فهو غير حقيقي وسببه تغير طول موجة

الخطوط الناشيء عـن نقصان في قطع البناء « quarks . "قرب قيمة الانزياح نحو الأحمر الجديدة في اقتراب الكوازار — quasar --منا ما يوافق خرجاً من الطاقة أدنى من خرج ألمع المجرات المعروفة . وبصورة طبيعية فان هنالك قدراً كبيراً من العمل ينبغي القيام به قبل قبول مثل هذا التعمين بأرة درجة من التأكيد . تظهر فكرة مثل هذه الملاحظة وبشكل مهم التأثير المتبادل ما بين ميكانيك الكم والنسبية العامة , هذا التأثير له مظاهر مختافة وعلى سبيل المثال فان مجـل شرح التركيب الداخلي للنجوم وطريقة اشعاعها الضوثي والراديوي يتعااب نظرية كمومية ميكانيكية وبالتالي فان الواسطة الفعلية الدلاحظة في عام الكون تعتمد بصورة قوية على ميكانيك الكم . ومن ناحية أخرى فان آلية الانهيار التي تنتج عنها طاقة الكوازار – quasar – إذا كانت هذه الطاقة ناتجة فعلاً عن مثل هذا الانهيار ، ذات تأثير على ميكانيك الكم لأنها تتوقع فناء الباريونات -- Baryons - نحن نشعر بالحاجسة إلى نظرية شاملة تتضمن كلاً من النسبية العامة وميكانيات الكم بحيث لا يتدقضا وما يزال شكل ذلك غامضاً بالنسبة لنا ومع ذِاك فان الفصل القادم سيشرح بعض الآراء غير المألوفة حول ذلك .



السير ارثر أدنينتون Sir Arthur Eddington

نظريارك كونية فحيرجاوية

في حين أن الخصمين المتنازعين قد انسجا ، كل إلى طرف ، ليدافعا عن المواقع المتنازع عايها في عام الكون التطوري وفي نظرية الحالة الثابتة فما تزال هنالك في الأجنحة مناوشات ضعيفة . ويهدف هذا الفصل إلى تناول بعض هذه المناوشات . يمكن أن نبدأ بالتساؤل المطروح في الفصل السابق حول توحيد النسبية العامة وميكانيك الكم وبغض النظر عن أهمية ذلك في عام الكون فان هنالك سبباً عاماً للبحث عن العلاقة بين النسبية العامة وميكانيك الكم . فمن الصعوبة بمكان شرح مبدأ ماخ دون الاستعانة بنظرية شاملة . ينص مبدأ ماخ على أن الظواهر في الملدى الواسع تؤثر على الظواهر المحلية - وبعبارة أخرى فان شرح مبدأ ماخ بشكل كاف يتضمن أيضاً وصفاً للتأثير النسبي ما بين نظرية التثالة وميكانيك الكم .



ديراك ، نو الشهرة الكبيرة، بسبب اكتشافه المعادلة التي تصف الإلكترون بطريقة نسبوية إن من المحاولات الملفولة الربط ما بين هاتين النظريتين ما يعرف بتكمية quantizing الحقل الثقالي . فميكانياك الكم ينشأ من عمايسة تبدو غريبة نوعاً ما حتى لممارسيها . وهذه العلمية كما تعرف بالتكمية وتتلخص جوهرياً بما يلي : . يأخذ المرء ، نظرية في الفيزياء مستمرة في جميع توقعاتها ويجري عايها تغييرات بطريقة تكللت بالنجاح في نظريات أخرى . هذه التغييرات تعطي بعض توقعات النظرية قيمة مميزة. وبهذه العماية تدخل الأعداد الصحيحة في النظرية . إن الطرية: التي اعتماها شرودينغر « Schrödinger » في هذه العمليسة كانت في الأصل ذات صاحة بالوتر المشدود. إن وتسراً غير محمدود الطول يمكن أن يكون مسرحاً لموجات ذات أطول متفاوتة . وإذا ثبت الخيط في كلا نهايتيه فان أطوال الموجات المستقرة بحددها طول الخيط . وهذا بالطبع مبدأ عمل جميع الآلات الوترية . وهكذا فان نظرية الاستمرار العامة في الوتر اللامحلود قسد عدات بفكرة الوتر المثبت من طرفيه . وكنتيجة المالك ظهرت مقادير مميزة معينة . هذه المقادير تتضمن التواتر الأساسي لاهتزازات الوتر وجميع مضاعفاته . التي يمكن أن تثار أيضاً .

ويمكن أن نقول بصورة عامة إن طريقة التكمية تشير إلى أن يأخذ المرء نظرية تقليدية ويجري تحايلاً للملاحظات التي تتنبأ بها النظرية على غرار ما يحدث في الحركة النوسية . ويعود هذا التقايد في الحقيقة إلى اللحظة التي قاس فيها غاليايو زمن نوسات مصباح نقيل في كاتمدائية بيزاً بالاستعانة بنبضه الخاص . لقد اعتبر النواس كنموذج أسامي يمكن أن يفهم بواسطته كل شيء . وعندما أجري هذا التحايل في إطار نظرية النواس أصبح الباقي بسيطاً ، لأن عماية التكمية فهمت في حالة نظرية النواس أصبح الباقي بسيطاً ، لأن عماية التكمية فهمت في حالة

النواس (أو ما يعرف تقنياً باسم الحزاز التوافقي harmoric) تماماً من الخبرة. فقد تم اجراؤها بطرق مختلفة منذ اختراع ميكذر لما الكم.

تسري مثل هذه الطريقة . بمعنى ما ، على نظريات الحقل ، كالحقل الكهرطيسي الذي يتضمن مبدأ معروفاً باسم مبدأ الانضمام

عبد التحدين مع القوة المؤثرة على شحنة فم بفعل شحنتين آخريين ب وح . موجودتين معاً في جوار فم ؟ إن هذه القوة هي مجموع القوتين الناجمتين عن كل من ب و ج على حدة . ويصح ذلك نفسه على الكنل في نظرية نيوتن الثقالية . أما في النسبية العامة فان هنالك مظهراً أساساً وهو أنه عندما تؤثر كتلتان على كتلة ثالثه فان تأثيرهما مجتمعتين لا يساوي مجموع تأثيريهما المفردين وأن هنالك شيئاً تجب اضافته . وها المنقصده عندما نقول إن الكهرطيسية نظرية خطية في حين أن النسبية العامة ليست كذلك . وإن التكمية طريقة اخرعت النظريات خطية بصورة خاصة وتبقى مسألة الشك في امكانية تطبيقها على النظريات غير الخطية .

ومهما يكن من أمر فان هنالك صعوبة جدية في تطبيق طريقة التكمية على النسبية العامة . فما يسمى بالحقل الثقالي قد استعيض عنه في النسبية العامة بجعله جزءاً من نظرية أساسية جديدة في هندسة الفضاء . وايس في هذه المندسة مكان للحقول المتصلبة التي من النوع الذي يصادف في ميكانيك الكم أو للتمثيل المتمم للحقول بالجسيمات أو للجسيمات بالحقول . إن الطريقة الوحيدة للخروج من هذه الصعوبة هي ايجاد بديل هندسي يمثل الجسيمات وليست لدينا أية فكرة عن هذا البديل . لقد كان هنالك برنامج مطول يهدف إلى تكمية النسبية العامة منذ عشرين عاماً ولكنه لم يصب النجاح حتى الآن .

نظريات ثلاتة متطرفة

اللتين نحن بصددهما . ولقد وضعت المثلث آراء عدة سنعالجها فيما يلي ، ولقد وضعت المثلث آراء عدة سنعالجها فيما يلي ، إن الرأي الأول كان الديراك P. A. M. Dirak الذي لاحظ أن معظم الثوابت التجزيئية الأساسية يعبر عنها بواحدات نوعيه كالستمترات أو الثواني أو الغرامات بيد أن من الممكن تشكيل ثوابت جديدة . من الثوابت القديمة ، تمتلك قيمة واحدة في جميع جمل الوحدات وستكون عده الثوابت حينتذ يدون أبعاد . لقد اعتمد ديراك وجهة النظر غير العادية نوعاً ما والقائلة بأن الأعداد من هذا النوع والحاصة بشكل طبيعي يجب أن تؤخذ وحدها بالاعتبار . لقد سمح ديراك لنفسه أن يعد مادته التجريبية بالاستعاضة عن كل عدد من الأعداد الأقل من الواحد . وجد ديراك بعد وجد ديراك بعد عاديراك التبحريبية بالاستعاضة عن كل عدد من الأعداد الأقل من الواحد . وجد ديراك بعد ذلك أن هذه الأعداد « تندمج معاً » .



الدكتور ليتلتون Dr.R.A. Lyttelton وكمثال على ذلك سرعة تباعد المجرات أي ثابت هابل –

-Hubbl's Constant إن هذا الثابت يمكن أن يعبر عنه أيضاً بواسطة ثابت آخر ذي طبيعة زمنية . هذا الثابت الجديد يسمى غالباً عمر الكون، ونعنى بذلك العمر الذي سيمتاكه الكون فيما او توسع بهذه السرعة منذ أن خلق لأول مرة (أنه في الواقع مقاوب ثابت هابل) . لقد قدر هذا العمر في زمن نشرة ديراك الأولى بحدود ٢٠٠٠ مايون سنة واكن التقديرات الحالية أعلى من ذلك بكثير . إن هذا العمر كما ذكرنا تم تقديره بالسنين . واكن هنالك واحلة أخرى الزمن مستخدمه في الفيزياء النوية تتعرف بدلالة بالثوابت اللويه . فاذا كانت ك شحنة الإلكترون و ك كتلته و ض سرعة الضوء فان المقدار كي يمثل زمناً قصيراً جداً . وهكذا إذا عبرنا عن عمر الكون بدلالة هذه الوحدة فان العدد الناتج سيكون بالطبع عدداً كبيراً . ولما كان هذا العدد هو نسبة زمنين فان قيمته لا تعتمد على الوحدات المستخدمة في قياسه فاذا استخدمت الأقدام والثواني بدلاً من السنتيمترات والسنوات فاننا سنحصل على نفس الجواب وهو رقم يساوي ٤٠١٠ أي واحد وعلى يمينه أربعون صفراً لقد دهش ديراك من حقيقة أن قوة الثقالة أضعف ب ٢٠١٠ مرة من قوة الكهرباء الساكنه . وأكثر من ذلك فان علماء الكون قلىروا عدد الجسيمات في الكون بحوالي ٢٠١٠ وهذا بالطبع هو مربع العدد ⁴٠١٠ إن ذلك في الحقيقة غريب جلاً حيث ارتبطت ثلاثة قياسات بسيطة للكون ، عمره وعدد جسيماته ونسبة أهم القوى المميزة فيه . ارتباطأ بسيطًا . لكن الذي حير ديراك حقائة أخرى أكثر أساسية من هذه .

إن جميع المقادير اللا بعدية الحاصاة بصورة طبيعية تفع حسب رأي ديراك ضمن واحد من ثلاثة أصناف: فاما أن تكون من رتبة الواحد أو من رتبة عبر الكون بالواحدات النوية أو من رتبة مربع ذلك . وحتى نشرح ما نعنيه بكامة رتبة يجب أن نشير إلى أن رتبة الواحد مثلاً وبما نتراوح ما بين الواحد والألفين مثلاً . إن هنالك بجالاً مشابهاً تقع ضمنه الثوابت التي من الرتبتين الأخيرتين وبالطبع فان ذلك لا يسبب التباساً بسبب الفاصل الشاسع اللذي يفصل بين هذه الأصناف الثلاثة . وفي الحقيقة فقد أشار باحثون آخرون إلى المصادفات العددية التي لحظها ديراك منهم على سبيل المثال ستيوارت — Stewart — الذي نشر عام 19۳۱ ملاحظة في ه مجاة الفيزياء Physical Review حسول المصادفسات ملاحظة في ه مجاة الفيزياء Physical Review حسول المصادفسات العددية التي منها ما ذكرناه آنفاً . ولكن ديراك كان أول شخص حاول اقتراح نظرية لشرح هذه المصادفات ، وبالتحديد المصادفات موضوع البحث . أي أن عمر الكون وعدد الجسيمات مرتبطان بنسبة بسبب الثوابت الفيزيائية الموجودة فيهما . فنابت الثقاله يعتمد حسب رأيه على الوقت الفاير منذ أن خاق الكون .

أن يكون أحد الثوابت هو عمر الكون كان أمراً مميزاً بالنسبة لديراك . أما الثابتان الآخران فاما أن يساوياه أو يساويا مربعه لأنهما يعتمدان على عمر الكون . إن ثوابت الصنف الأول التي لها رتبة الواحد قد جمعت معاً لأنها لا تعتمد على العمر على الإطلاق .

ليس من العدل أن تسمى نظرية ديراك نظرية كونية كاماة واو أنه كان قد صاغها بشيء من التعميم عام ١٩٣٧ فقد أخذ نموذجاً للكون مشابهاً للنماذج التوسعية في نظرية النسبية العامة ولكنه وضع افتراضه حول اعتماد الثوابت على عمر الكون في صيغة أكثر تخصصاً: إن أي ثابتين لا بعدين كبيرين جداً مرتبطان بمعادلة بسيطة مضاريبها من رقبة الواحد . إن من الممكن وبنقاش بسيط حول الكنافة الوسطية للمادة وحول ثابت هابل (واللذان هما من رتبة واحدة) أن نستنج اعتماد ثابت هابل على الزمن . اتضح بعد ذلك أن عمر الكون الحقيقي هو ثلث ما نتوقعه عند استعمال قيمة ثابت هابل الحالية في تماذج الكون المنوسع . إن هذا التقاص في العمر كاف لاحداث تناقض مع عمر النجوم ولكن ديراك يعتقد أنه من الممكن تفادي ذلك بافتراض أن العمليات النووية حصلت في الماضي بشكل أسرع بالمقارنة مع العمايات النووية حصلت في الماضي بشكل أسرع بالمقارنة مع العمايات اللرية التي تحدث الآن .

من الواضح الآن أن نظرية ديراك تعاني من مشاكل رياضية كبيرة ولكنها تقدم على الأقل نظره واحدة مستمرة للموضوع . وكثيراً ما يكون أحد المقدارين االذين تحدثنا عن نسبتهما كونياً والآخر فرياً . إن من الممكن تشكيل نسب لا بعدية في الفيزياء الذرية لوحده ولكن النسب حينئذ لا تبدو ذات أهمية كبيرة . علم الكون لوحده ولكن النسب حينئذ لا تبدو ذات أهمية كبيرة . نجد أن معظم النسب اللا بعدية الحاصلة تخاط ما بين الفيزياء الذرية والكونية . ويتجل حينئذ مبدأ ماخ من جديد . إن معظم الناس متفقون على أن الأعداد الحاصلة ذات دلالات خاصة ، بعاريقة ما . وإذا كان الأمر كذاك فان هنائك ، مرة ثانية ، ارتباطاً ما بين الصغير جداً من النوع الذي أشار إليه ماخ .

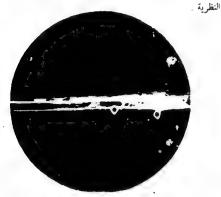
ستأتي الآن إلى ذكر نظريسة جسوردان الا Jordan's Tiheory التي صاغها عام ۱۹۶۷ والمستندة على نظرية ديراك . لقد تجنب جوردان بعض الصعوبات عندما أهمل قانون ثبات كتاة الكون وكان بذلك في جانب نظريتي الحالة الثابته ولكن بالطبع الأسباب مختلفة تماماً . اعتقد

جوردان وبصورة خاطئة أن تجنب مفارقة أولبرس – Olbera paradox منحنياً . في الحقيقة فسان مفارقة وأولبرس لا علاقة لها بالانحناء البتة . افترض جوردان بعد ذاك ابقاء الطاقة الكلية ثابتة ، بافتراض أن الكتة الجديدة تحاتى في حالة شديد الكنافة وتنفجر بعد ذاك . وبهذه الطريقة فان ازدياد الطاقة الذي سببه ازدياد الكتلة سبعدل بالطاقة الكامنة الثقالية السالبة التكثف . لقد اعتقل جوردان أن الإنفجار ينتج عن انفجار تجدد أعظم وتوصل من خلال نظريته إلى أن انفجار أمن هذا القبيل لا بد أن يحدث مرة واحدة سنوياً في كل مجرة . إن هذا التوقع توقع دقيق ، ونظراً لأن معدل انفجارات التجدد الأعظم المرصودة كان بمعدل قدره مرة واحدة لكل مجرة من أجل قرنين أو ثلاثة فان هذه النظرية على تضاد مع الرصد لا مخرج منه .

إن أي ذكر اللتوابت اللا بعدية لن يكون كاملاً بدون الإشارة الى أدنيغتون Eddington مع العلم أن كتاباته تلقى قدراً أقل من الإهتمام في هذه الأيام بما كانت تلقى سابقاً . وإذا أردنا أن تحسح العاوم الكونية غير العادية مسحاً كافياً فسنجد أن علومه تلعب دوراً هاءاً . . إن نظريته ليست نظرية كونية بعمورة مبدئية ولكنه توخى منها أن تكون خطة للفيزياء ككل ولكن وكن حسب مبدأ ماخ فان لهذه النظرية مغزى كونياً .

لقد جواله كتابه عن الفلك على اتصال وثيق بالنسبية العامة بعمورة مبكرة. لقد كان لأدنيغتون أثر بالغ في تبسيط النظرية النسبية العامة وجعلها في متناول العلماء الإنكليز عندما طبع هذا الكتاب الذي عنوانه النظرية الرياضية النسبية ، عام ١٩٧٤ وكان ذاك أول عمل قيم تشرح فيه النظرية بالافة الإنكليزية في الفصول الأخيرة من هذا الكتاب ابتدأ

باظهار طريقة مخافة ةايلاً . في النظر إلى النظريات العامية وارتباطها بالملاحظة ، عن الطريقة التقايدية . لقد تحلث عن طريقة بناء النظرية في النسبية العامة ومواجهة ذاك فيما بعد بانتجربة . كطريقة تبنى فيها النظرية بحربة وتلي ذلك التجربة كوسياة للتحقق من المقادير التي دخات



الهرحة التي مكنت أندرسون من اكتشاف البوزيترون . لقد درس أندرسون العديد من الصور المدائلة التي تمثل جسيمات مشجونة إيجابياً محاولا اكتشاف اثارالبروتوفات واتضع له بأن الجسيمات المدروسة ذات كتلة أدني من كتلة الإلكترون بقبلك بقبل بقل يكن أن تكون بروتوفات لأن البروتوفات تمثلك كتلك أكبر . وقال بان هذه الجسيمات هي الإلكتروفات المشادة أي البرزيتروفات في الإلكتروفات

بعد نشر هذا الكتاب بقليل أظهر ديراك كيف يمكن للمعادلة التي تصفر. الإلكترون في ميكانيك الكم أن تكتب بشكل متفق تماماً مع النظرية النسبية الخاصة . كان ذاك مرضياً بالنسبة لديراك ولكنه شكل صدمة عنيفة بالنسبة لأدنيفتون لأن التقنيات الرياضية المستخدمة في إعادة كتابة المعادلة ليست من النوع الذي طوره ادنيفتون . وفي الحقيقة فان ديراك قد استخدم تقنية رياضية جديدة . إن من المستحيل ومهما ة نا فإن بالغ أبداً في وصف التأثير النفسي لهذا الإكتشاف على أدنيفتون الذي ظل يذكره مراراً وتكراراً كنقطة بداية لتحرياته . لقد قرر أدنيفتون التوسع في هذه التقنية من أجل الحصول على التفسير الحقيقي لكيفية نفى الرياضيات لمعادلة ما كان ينفيها أصلاً .

وجد أدنيفتون بعد قليل أن التوسع في تقنية ديراك قد قاده إلى أرقام كميزة جداً أشهرها نسبة كتاة البروتون إلى كتاة الإاكترون هذه النسبة التي قيست تجريبياً فكانت بحدود ١٨٣٦ . وحسبها أدنيفتون . بواسطة جدل نظري . فكانت ١٨٤٨ . ومن الأرقام المميزة الأخرى ما يدعى بثابت البنية الدقيقة الذي يستخدم في التعبير عن البنية الدقيقة للخطوط في طيف الهيدووجين . لقد حسب أدنيفتون هذا الثابت فوجده ١٣٧٠ في حين أن القياس التجريبي أعطاه قيمة مساوية ١٣٧٠،٠٣٦ ويلاحظ بالطبع التقارب ما بين هذه الأرقام .

يظهر الآن نوعان من التطورات غير الموفقة ، الأول هو حساب الأعداد من هذا النوع حيث كان الفيزيائيون يعتبرونها دوماً نتائج تجريبية . وقد قاد الوضع السابق إلى انتقاد شديد كان له في البدء أثر طيب في جعل أدنيفتون يحاول تعميق الأسس الفيزيائية لأفكاره ، ولكن الهجوم المستمر أقصاه عن الاصغاء لجميع الانتقادات . أما السنوات العمر الأخيرة من حياته ، ما بين عامي ١٩٣٥ ١٩٤٥ ، فقد قضاها وحيداً يعمل بوحي أفكاره بما يرضيه . والثاني هو الانتقاد الموجه لعدم

الاتفاق ما بين القيم المحسوبة للثوابت والقيم المرصودة لها ، مما وضع أدنيغتون أعداداً هائة أدنيغتون أي وضع يتعذر التمساك به . لقد حسب أدنيغتون أعداداً هائة من الثوابت وأصر على أن قيمة المحسوبة صحيحة تماماً شرط أن يكون للتجارب نتائج مخترلة بالعاريقة المناسبة . لقد كان لهذا الأكر الأكبر في طرقه .

. . .

أما بالنسبة للنظرية الكونية فكان أدنيغتون محافظاً تماماً ، فكان يفترض على اللدوام أن الكون نموذج من النماذج التوسعية في النسبية العامة مع تحديد اضافي بأن هذا التوسع انطاق من حالة آينشتاين الإبتدائية . إن هذا الإفتقار إلى روح المغامرة في تفاصيل النموذج ، ثم تعويضه من خلال إصرار أدنيغتون على محاولة بناء نظرية من نوع جديد .

ويبدو جلياً اليوم أن بالإمكان تأسيس نظرية قيمة من النوع الذي تصوره أدنيفتون لأن الدراسة الدقيقة لجهوده تشير إلى شيء جبيد . هذه النظرية ذات صعوبات جمة حالياً لأنها يجب أن تعمل في نفس الوقت في بنيتين نظريتين لهما تعقيدات مختلفة . ويبدو الأمر وكأن علينا أن نحل مسائل مرتبطة جزئياً بميكانيك نيوتن وجزئياً أيضاً بالنسبة الخاصة . وحيث لم يعد بالإمكان لا أن نقول بأن جميع السرع صغيرة بجيث يكون ميكانيك نيوتن دقيقاً بما فيه الكفاية . ولا أن نقول أيضاً بأن المسألة يمكن أن تصاغ بالكامل في بنية نظرية معقدة للنسبة الخاصة .

تثير هذه المناقشة الإنتباه إلى مسألة يسهم حالها في تقديم دفع كبير للتقدم في مجال العاوم الكونية . هذه المسألة هي تقرير العلاقة ما بين بنيتين نظريتين احداهما أقل تعقيداً من الأخرى أو بالأحرى ، وبعمورة أقل تفاؤلاً . تقرير العلاقة ما بين المقادير العددية في هائين البنيتين . إذا فهمنا هذه المسألة فاننا نستطيع أن نفهم كيف يمكن الربط ما بين النسبية العامة وميكانيك الكم بحيث يكون لدينا أول في ايجاد وصف كاف للكون ككل . وبالطبع فان ذلك صعب المنال وبالتالي فان نظرتنا لهذا الأمر متشائمة مستقبلاً .

إن الصعوبات في عام الكون التي أشار إليها نظريو الحالة الثابتة هي الحقيقة أكبر كثيراً بما افترضوا . أما الجدل في صالح نظرية الحالة الثابتة فهو أنه إذا لم تكن نظرية الحالة الثابتة صحيحة فان عاوم الكون ستكون أشد تعقيداً لأننا لا نعام كيف تتغير القوانين الفزيائية بين أرجاء الكون وليست هنالك أية صعوبة في إعادة صياغة ذاك بواسطة النبي التجريدية لهذا الفصل ، ولكن الصعوبة الآن تتجل أكثر في وضع نظرية شاملة . سواء افترضنا صحة نظرية الحالة الثابتة أم لا . وفي الحقيقة فقد انخفضت معقولية هذا الافتراض في السنوات الأخيرة بسبب التنافيج التجريبية ، على الرغم من أننا ما زرال نأمل بأن ذلك سيتغير وفيما لو اعتبرت نتائج الملاحظة جزءاً من نظرية شاملة . أو أننا بحاجة لأكثر من نظرية شاملة . أو أننا بحاجة لأكثر من نظرية شاملة . أو أننا بحاجة لأكثر تستطيع الجمع ما بين مختلف التاثيج التجريبية على تنوعها . أما إذا كانت هناك أكثر من نظرية شاملة تعاد أمراً معقداً .

وتتناول نظريات ديراك وأدنيغتون ذلك بصورة عامة . فهي تتمارض مع الفيزياء التقايدية بطريقة أو بأخرى . والإعادة التوازن ، وبدلا من أن نستتج من النظريتين ما يمكن أن يتم شرحه في إطار فيزيائي تقليدي . سنصطاع تفيرات مختلفة إلى حد ما في وجهة النظر حول طبيعة المادة في الكون .

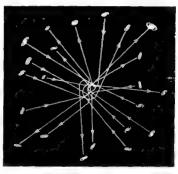
الروابط في الفيزياء الأصولية :

لا توصانا أولى هذه الروابط ، كما يبدو إلى أية نتيجة مرجوة و إذاك فسأتي على ذكرها باختصار الآنها تظهر مقدار الحرص الذي يجب أن يتحلى به المره عند التحقق من فرضياته . إنها مسا يدعى « بالكون الكهربائي لبوندي ولتياتون » R A Ly-tel-ton and Bondi التي صاغاها عام ١٩٦٠ ، وكان ليتنون بصورة خاصة مهتماً بمسألة توسع الكون . وقد طرح الدؤال التالي متعجباً : لماذا يوجد حركة تراجعية سائدة في كتلة تتاقاية يتوقع منها أن تتهافت على نفسها . وبدا لهما كما لو أن هنالك قوة تنافر سائدة ومن خلال البحث عن هذه القوة يتجه ذهن المرء طبعاً نحو القوة الكهربائية بين شحنتين لهما اشارة واحدة .

إن هنالك بلا شك قدراً كبيراً من الشحنة الكهربائية في الكون لأن المادة كما نعام مؤلفة من بروتونات وإلكترونات ونترونات . إن النترونات بالطبع جسيمات معتملة ولكن تأثير الشحنة على الجسيمين الآخرين بعدال تماماً لأن الشحنة على البروتون موجبة ولها نفس مقدار الشحنة السائبة على الإلكترون . حيث أن الشحنات على البروتونات تنفى أثر الشحنات على البركترون .

يقدم ميكانيك الكم الدليل على أن أي الكترونين هما متشابهان تماماً ولكن ذلك يعد مظهراً غريباً لجميع قطع البناء الأساسية في المادة . وهو أن تمتلك أي قطعتين من نفس النوع هذا التشابه الكبير والغريب ويعبر عن ذلك أحياناً ، بالقول أن الجسيمات الأساسية يمكن أن تميز بسبب امتلاكها قدراً محدوداً من المكونات . بالطبع هنالك منطق نستطيع فيه أن نقول إن أي كرتين المعضرب متشابهتان . ولكننا نعام أنها إذا أعذا كرتين يقبلهما أي فريقين ويعتبر الهما مناسبتين لاهبة فاننا صنجد وعبر التحليل الدقيق بما فيه الكفاية بعض الفروق بينهما . إلهما تمتكان نفس الكتلة وأكن إلى حد معين من الدقة . ولا يعني ذلك أننا إذا قمنا بقياسات دقيقة المكتلة لن نجد فرقاً - ربما كان ضئيلاً بمقدار جزء من الميلغرام مثلاً . وبنفس العريقة فإن هنالك اختلافات دقيقة في القساوة وفي اللون وهكذا .

إن المسألة في حالة الإاكترونات (أو في حالة الجسيمات الأولية الأخرى) مخالفة تماماً ونستطيع بمقارنة كتابي الكترونين أو شحنتيهما أن نستنتج شيئاً مشابهاً لما استنتجناه بالنسبة لكرتبي المضرب إن المدينا في مكانيك الكم طرائق مختلفة التجارب ، فالما كان الإاكترونات متشابهيين تماماً فان الجمة لن نتغير إذا ما استبدلنا الكترونين بمحضهما وسيعطي ذلك ، ضمن ظروف مناسبة ، طاقة اضافية ندعوها «طاقة الاستبدال » مما يسهم في تفاعلات كسية مميزة . أما إذا كان الإلكترونان متشابهيين بصورة تقريبية فقط فان المكانية الاستبدال ستخفي .

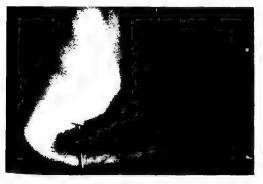


البروفسور هانس الف فين الذي ضور أفكار كلاين الكونية ووضعها في نظرية لا تصند على نظرية المالة الثابتة أو مل نظرية الإنفجار الكوني الأعظم إن غيمة من المادة المسترمة تسقط بمبجلها لتلور حول مركز الكتله في مدارات ما شكل قطع مكافىء ثم لا تلبث أن تنشر من جديد . وبما كنا الآن نرقب طور التوسع . إن هنالك جدلاً فيما إذا كان مقدار شحنة البروتون مساوياً تماماً لمقدار شحنة الإلكترون وفي الحقيقة . فقد لاحظ لتيلتون أنه لا يوجد هنالك برهان دافع حول ذلك . إن البرهان في هذه الحالة له نفسى نوع البرهان الذي رأيناه في حالة كرات المضرب أي أنه خاضع للخطأ التجريبي وبالتالي افترض بوندي ولتيلتون أن الشحنة على البروتون لا تساوي وتعاكس تماماً الشحنة على الإلكترون وينتج عن ذلك أنه في قطعة معتدلة من المادة لا بد أن تتواجد بعض الشحنة المتبقية تظهر بسبب أن شحنات الإلكترونات لا تعدل تماماً بشحنات البروتونات .

لقد نبين وبصورة مدهشة أن مقدار زيادة احدى الشحتين على الشحنة الأخرى بهدف تأمين التوسع المقاس للكون وبهدف تعليل ظاهرة الأشعة الكونية الملاحظة كان أدنى مما لوحظ في المختبر وبذلك تكون هذه النظرية مثالاً صارخاً يظهر كيف أن افتراضاً غير عادي يمكن أن يقود إلى نظرية مختلفة ، بصورة ملحوظة . ولكن منذ عام يمكن أث يقود إلى نظرية مختلفة ، بصورة ملحوظة . ولكن منذ عام متواجدة على البروتون أو على الإلكترون وقد اصطنعت هذه القياسات المتحقق من هذه النظرية . وبسبب الإهتمام العام بذلك . يبدو الآن وكأن هذه الشحنة الزائدة ضئيلة جداً ، فهي غير قادرة على جعل نظرية لتبلتون – بوندى عققة .

إن النظرية التي سنوردها الآن أكثر طموحاً من نظرية بوندي ولتيلتون. تعود هذه النظرية بالأصل إلى أوسكار كلاين وOakar kleina ولكنها طورت إلى حسد كبير مسن قيسل هسانس آلف فين

- Hans Alf Ven - وسواء قدمت هذه النظرية الحل لجميع المسائل الكونية كما توقع لها كلاين وآلف فين أم لم تقدم فانها تظل أمراً مشكوكاً فيه . لقد اهتمت هذه النظرية كثيراً في اظهار امكانية بناء نظرية مختلفة تماماً عن نظرية الإنفجار الكوني الأعظم ومختلفة أيضاً عن نظرية الحالة الثابتة ضمن إطار تقليدي .



صندا تصل بلازما الشمس وهي الفاز المتأين الصادر عن الشمس ، إلى الأرض فائها تتفاعل مع طبقات الفلاف البوي الرقيقه ويشكل الشفق القطبي . إذا كانت الشمس مكونة من المادة المضادة فان الفجر سيكون أشد لمماناً عما هو عليه الإن بسبب الفناء المتبادل العادة وضدها

يعتمد أساس هذه النظرية ، في جوهره ، على فكرة المادة المضادة رهو أمر معروف في ميكانيك الكم منذ سنوات عديدة وتقول هذه الفكرة بأن لكل جسيم جسيماً مناظراً يسمى الجسيم المضاد . فاذا كان الجسيم الأصلي مشحوناً فان مضاده مشحون أيضاً بشحنة ذات اشارة

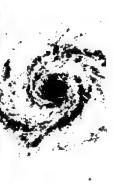
معاكسة وعند دميج الجسيم مع مضاده فاسما يتفانيان محروين قدراً هاثلاً من الطاقة إن قوانين الكم حسبما نرى في ثناظر تام مع ما يعرف بالمادة والمادة المضادة ومن ناحية أخرى فان العالم الذي نعيش فيه يتألف بمظمه من المادة.

إن من الصعوبة بمكان الحصول على المادة المضادة تجربيباً بصورة على الرغم من وجود بعض النجاحات حيث أمكن الحصول على البوزيترون وهو عكس الإلكترون عام ١٩٣٠ من قبل أندرسن المورية و C.D.Anderson كما أمكن الحصول على البروتون المخساد أيضاً قبل عقدين من الزمن . إن تجارب كهذه هي في الحقيقة تجارب صعبة الإجراء وذلك بسبب ضرورة الحصول على الجسيمات المضادة بعيداً عن متناول المادة العادية لأن الجسيمات المضادة تفنى حالما تصادف المادة العادية مصدرة قدراً من الفيائية متناظرة بالنسبة للمادة وضدها في حين أن كوننا إذا ما اعتبرنا ما نشاهده في جوارنا المباشر غير متناظر أبداً.

قبل أن نطلع على آراء كلاين وآلف فين فيما يخصى المادة المضادة سنطلع على رأيهما حول توسع الكون بفض النظر عن سبب هذا التوسع . يظن في الغالب وبسبب ابتعاد جميع السدم عنا بسرعة متناسبة مع المساقة بأن هنالك حادثة وحيدة للخلق ابتدأت بسببها هذه السدم بالابتعاد (مالم يناقش هذا الأمر وفقاً لفرضيات الحالة الثابتة) . ومهما يكن فان مثل هذا الظن غير واقعي فعندما يقيس المرء عدداً من السدم على مسافات معينة وذات سرع معينة فسيجد بأن السرع لا تتناسب تماماً مع المسافة وإذا أجرينا الحساب على السدم عندما كانت قريبه منا (بما بوافق

حادثة وحيدة) فلن نحصل على نفس القيمة نماماً من أجل كل المجرة . وفي الحقيقة فعندما يدرس المرء أرقام الحساب يجد من الرصد أن من الممكن لسديمين مختلفين أن يكونا فعلا "في منطقتنا المحلية ولكن بفاصل زمني قدره بحدود عشرة ملايين سنه . وهكذا فان هذين السديمين ليسا بالفرورة قريبين من بعضهما ، وليس بالضرورة أيضاً وجود حادثة وحيدة . وبعبارة مختصرة ، فعلى الرغم ، أنه من الصحيح أنه من حادثة وحيده يمكن استنتاج قانون هابل فان الاشتقاق العكسي غير مكن وكمثال على تفسير آخو لقانون هابل يستطيع المرء أن يتصور كتلة كبيرة من الغاز ابتدأت بالتقلص تحت تأثير جذبها الثقالي الخاص . كتد السدم راد التقلص تتشكل تكثفات علية ، هي السدم . هذه السدم تتحرك بصورة نسبية إلى بعضها في مدارات لها شكل قطع مكافيء ثم لا تلبث أن تبتعد من جديد وبغض النظر أيضاً عن مسألة تناظر المادة مع ضدها فان كلاين وآلف فين لا يعتقد ان بضرورة صحة نظرية المخانة .





كم من الكون يتألف من المادة أي من الكثيرونات وبهر رفونات بصورة أساسية وكم منه يتألف من المادة النبي تتألف من بوزيترونات وبرونونات مشادة ، وباستثناء الشمس والقمر وما قرب سنا من الكواكب فلا توجد وسيلة لتعيين ذلك وفي الحقيقة فمن المنطقي أن يفترض المرء بأن الكون بمجمله متناظر . وقد تكون السدم المرئية مكونه من المادة أو المادة المضادة . لقد تم تحيل ذلك بصورة رمزية في هذه الصورة بالتصوير السائب والموجب لأحد السدم الحلاونية إن هنالك سؤالا يطرح نفسه فيما إذا كانت هنالك سدم معينة أو حتى نجوم خاصة في مجرتنا يمكن أن تكون مؤلفة من المادة أو من ضدها. حسب وجهة النظر التي تقول بوجود التناظر التام ما بين الجسيمات والجسيمات المضادة فان معظم خواص المادة ستناظر خواص المادة المضادة وعندما يتحد على سبيل المثال عدد كبير من ذرات الهيدروجين المضادة (أي اللدرات المؤلفة من البروتون المضاد في المركز والإلكترون المضاد أي المدار) مع عدد مناسب من ذرات الأكسجين المضاد فان ذلك يعطي الماء المضاد الذي يتجمد في درجة الصفر ويغلي عند الدرجة مناقع ولا نلاحظ أي خلاف بينه وبين الماء العادي ما لم يتلامسا. إذا حدث مثل هذا التلامس يحدث حينئذ انفجار كبير و همكذا فمن الممكن أن توجد نجوم مضادة عمدة عمدياً مسن الإشعاع ممائسل الشعاع النجوم ولا نملك أية وسيلة التمييز بينها وبين النجوم بواسطة اشعاعها.

يستحسن في هذا الموضع ذكر المزيد حول هذا الموضوع لأن فضاء ما ورآء التجوم ليس خاوياً تماماً بل أن هنالك بلازما رقيقة تسقط من الفضاء المحيط على بعض النجوم وتخرج من بعض النجوم نحو الفضاء وإذا تواجدت نجوم مضادة فستكون هذه المضادات مؤلفة من المادة المضادة موكدة أنه مؤلف من الكون نستطيع أن نقول بصورة مؤكدة أنه مؤلف من المادة ؟ نحن نعلم بالتأكيد أن الأرض والقمر مؤلفين من المادة . تصدر الشمس بلازما تصل إلى الأرض وتسبب الشفق القطبي - Aurora borealis - فاذا كانت البلازما مؤلفة من المادة المضادة فان لمان الشفق القطبي بالشعلي سيساوي حوالي مؤلفة ضعف لمانه الحالي . كما أن هذه البلازما تصل إيضاً إلى عطارد

والزهرة والمريخ التي لا نرى فيها أية ظواهر فناء واضحة وبالتالي فان هذه الكواكب مؤلفة من المادة . أما بالنسبة للكواكب الخارجية فليس لدينا في الحقيقة أي دليل على الإطلاق .

أما ما نتوقعه إذا ما كانت بعض مناطق الكون تتضمن المادة وبعضها الآخر يتضمن المادة المضادة فهو وجود منطقة بين المنطقة الثانية عما تتفاعل فيها البلازما من المنطقة الأولى مع البلازما من المنطقة الثانية عما يسبب اشعاعاً مستمراً . ويمكن أن يرتبط ذلك بالأشعة الكونية ، وبالشروط التي يتوقع المرء وجودها في الفضاء بحيث أن نصف الطاقة المحررة ، وبصورة تقريبيه ، يمكن أن تكون على شكل نترونات وثائلها على شكل أشعة راديوية . ونجد بوضوح أن طرق الرصد التي ناقشناها في الفصول السابقة تكون لها الأهمية البالغة في تقرير فيما إذا كان مقدار هذه الإشارات منفقاً مع الفناء من هذا النوع المقترح وكما قلنا سابقاً فان الكشف عن النترينوات هو أمر عسير وكذلك الأمر بالنسبة لأشعة غاما ، ولهذا السبب فان الاشعة الراديوية ، على الرغم من أنها الأفدر ، تعد مصدر البرهان الأكثر احتمالاً .

نأتي الآن إلى مسألة تناظر الكون ، نستطيع تحقيق متطلبات التناظر بطرق عديدة مختلفة فاما أن نفترض أن المادة المضادة موجودة في منطقة بعيدة جدا وأن جميع ما نرصده مؤلف من المادة أو أن نفترض أن الكون الملحوظ متناظر ، أي أن لكل سديم سديم آخر مؤلف من المادة المضادة . ويمكن أن بظه التناظر ، من ناحية أخرى ، في داخل مجرتنا وفي كل مجره . ونمن هنا أمام خيارين : فاما أن يكون المجزء البعيد من مجرتنا مؤلفاً من المادة المضادة أو أن جميع النجوم المجزء البعيد من مجرتنا مؤلفاً من المادة المضادة أو أن جميع النجوم

الواقعة في جوارنا مؤلفة من المادة المضادة . ولا يمكن التحقق ، حمى من النوع كبير التناظر ، بواسطة الرصد في الوقت الحالي . وإذا كان ألم النجوم التي نراها وهو الشعرى اليمانية مؤلفاً من المادة المضادة فليست لدينا أية وسائل لاكتشاف هذه الحقيقة أو البرهان عليها إذا لزم الأمر .

لقد حان الوقت الآن لمناقشة الرأبين المنفصلين لكلاين وآلف فين Kleim and Alfvén لقد بنيا علم الكون الخاص بهما على مبدأين رئيسيين:

١ ــ لا يجب أن تفترض قوانين طبيعية جديدة.

٧ — إن هنالك تناظراً ما بين المادة وضدها . وبسبب عدم وجود قوانين طبيعية جديدة شعرا بأن مناقشة حادثة الخلق الوحيدة مستحيله ، فابتداء بمناقشة مسألة غيمة الغاز شديدة الانتشار التي تكثفت مشكلة السدم ، هذه السدم التي تتحرك بتأثير جذبها الثقائي ثم تتراجع أخيراً . ومهما يكن من أمر فان تحليلا أكثر تفصيلاً لهذه الطريقة على أسام التناظر ما بين المادة وضدها سيقود إلى قدر كبير من الفناء ولا بد أن يتدخل شيء ما لإنقاذ الوضع وهذا الشيء هو المقدار الكبير من ضغط الإشعاع الناشىء من عملية الفناء . إن ضغط الإشعاع هذا يسبب انفجار المادة بأكثر من طريقة فيما إذا لم يتواجد .

إن التحليل بالطبع صعب جداً وقد أنجز بصورة تقريبية . كما أن كلاين وآيت فين ميالين للتفاؤل حول الطريقة التي تلائم الظواهر الملحوظة وبصورة خاصة سرعة التراجع وارصاد الأشعة الكونية ، بالإضافة إلى الإشعاع واصدار الترينوات وهكذا . ومهما كان مصير هذه النظرية في المستقبل . فيما إذا أظهرت الأرصاد امكانية تبريرها أم لا ، فانها تشكل مثالاً مدهشاً للاختيار ما بين طريقتي التفكير هاتين من جهة . وأية نظرية من النظريات التي وصفناها في السابق في هذا الكتاب . إننا نحتاج لمزيد من الأرصاد من أجل هذا الاختيار . إن عملية الأرصاد بحد ذاتها تعلمنا الكثير ، كما نأمل حول بنية وسلوك الكون بمجمله .

. . .

بعض المصطلحات العلمية الواردة في الكتاب

: التسارع Acceleration

وهو معدل تغير سرعة الجسم سواء بالمقدار أو الانجاه . وتنص قوانين نيوتن على أن التسارع متناسب مع القوة المؤثرة في الجسم ويدعى ثابت التناسب بالكتلة . إن تساوي القوة مع جداء الكتلة بالتسارع صحيح فقط بالنسبة لمجموعة مراقبين يتحركون بانتظام بعضاً بالنسبة لبعض ويحددون مجموعة من المراجع العطالية ، وترتبط هذه الاعتبارات المكانيكية عند إعادة صياغتها بدلالة الطاقة ببقية الفيزياء . وفي الحقيقة فان بعض التعديلات لا بد أن تجرى عندما تؤخذ الخواص الغريبة لمرحسة الضوء بالاعتبار عمسا يسدعو لظهور النسبيسة الخاصسة لسرعسة الضاء عن نظرية الكم . أو صغيرة بصورة غير مستمرة ، يتحدث المرء حينتذ عن نظرية الكم . أو

Arrow of time محور الزمن:

وهو اتجاه تقدم الحوادث مما يعلل عدم عكوسية بعض القوانين النيزيائية ، كانتشار الموجات على سطح الماء أكثر من تلاقيها .

: Elementary par-ticles باريون : راجع Baryon

Big bang : الانفجار الكوني الأعظم :

أعطيت هذه التسمية إلى النظرية التطورية لأصول الكون. وتصف

التسمية أيضاً الشروط الابتدائية للنعوذج التطوري للكون . إن مقدار المادة وفقاً لهذه النظرية ببقى ثابتاً على الرغم من كونها ذات انضغاط عال جداً في البله.

Black body Radiation اشعاع الجسم الأسود:

اشعاع حراري يتجول بانعكاسات متوالية فيمن وعاء موصد في حالة توازن حراري معه ، أي توازن لا ينطوي على اصدار إشعاعي ولا امتصاص .

إن هذا الوضع النظري قاد ماكس بلانك إلى افتراض نظرية الكم (quantum theory)

Black Hole الثقب الأسود :

وهو النجم الذي تهافت على نفسه إلى أبعد مما يعرف بالنجم النتروني neutron star بحيث أن جميع كتلته تحجمت في داخل مسا يعرف بنصف القطر الحرج - Criticalradius - أمسا الاستبدلال على وجوده فيمكن أن يتم فقط بوساطة الحقل الثقالي القوي الذي يسبب والذي لا يسمح بفرار الإشعاع منه .

Cepheid النجم المتحول أو الخافق:

وهو نجم ذو لمان متغير حيث يمكن تعيين لمعانه المطلق من فترة تغير هذا اللمعان . إن مقارنة اللمعان المطلق مع اللمعان الطاهري تجعل من النجوم المتحولة مقاييس يستخدمها الفلكيون في حساب بعد النجوم .

Cosmological Principle المبدأ الكوني:

لقد أعطى هذا الاسم إلى نقطة البدء الأساسية في علم الكون وينص

على أن أية نقطة من هذا الكون تماثل إلى حد كبير النقاط الأخرى ، (فيما لو أخذنا متوسط منطقة ممتدة بما فيه الكفاية) .

وقد عم نظريو الحالة الثابتة - Steady state - هــذا المبدأ إلى مبدأ آخر عرف باسم المبدأ الكوني التام الذي ينص بالإضافــة إلى المبدأ السابق على أن الزمن يماثل وإلى حد كبير أي زمن آخر. هذه المبادىء مرتبطة بصورة واضحة بمحور الزمن arrow of time ، وفي حين أن المبدأ الكوني لا يتعارض بصورة عامــة مــع توسع الكون من حالة ابتدائية واحدة فان المبدأ الكوني التام عليه أن يستخدم عور الزمن ليظهر أن الخلق المستمر وليس الفناء هو ما يحدث .

Critical radius نصف القطر الحرج:

تتنبأ النظرية النسبية لآينشتاين بأنه اذا ما تحجمت مجمل كتلة جسم ما ضمن كرة ذات نصف قطر أدنى من نصف قطر معين (وتعرف بكرة شفارتس شيلد أيضاً - Schwartz Schild Sphere - فلا يستطيع حيثنذ أي ضوء أو أية اشارة رادبوية الفرار من حقلها الجاذب ويختلف نصف القطر الحرج هذا تبعاً لكتلة الجسم . راجع أيضاً الثقب الأسود - Black hole -

Doppler effect مفعول دوبلر:

وهو تغير تواتر الموجات الكهرطيسية أو الصوتية الملحوظ من مصدر متقدم أو متراجع . ويشبه ذلك ازدياد حدة صفير قاطرة متقدمة عندما تعبر بجانب مراقب معين وتناقص هذه الحدة لدى ابتعادها عنه . وهكذا فان الضوء القادم من مجرة متراجعة ذو تواتر متناقص.راجع Red Shik.

Eclip-tic الدائرة الظاهرية لمسير الشمس أو دائرة الكسوف :

وهو الاسم المعطى لمسار الشمس الدائري بالنسبة للأرض. وأمام خلفية من النجوم. (إن النجوم بالطبع تكون غير مرثية عندما تكون الشمس ساطعة، ولكن المرء يستطيع أن يقدر وضع الشمس التقريبي بعد الشروق أو قبل الغروب بقليل وهكذا فقد تم تعيين مسار الشمس ورسه يوما بيوم منذ ألف سنة قبل الميلاد.

Electron الالكترون: راجع Elementery particle : عصيم الأولي:

وهو اصطلاح مبهم نوعاً ما ويشير إلى قطع البناء المختلفه المكونة للمادة ويشير أيضاً إلى ما ينتج من تفاعل هذه القطع مع بعضها . لقد اكتشف في أوائل هذا القرن أن فرة الهيدوجين تتألف من نواة ثقيلة ذات شحنة موجبة هي البروتون ومن جسيم خفيف مشحون سلباً يدور حولها هو الإلكترون وقد وجد في الذرات الأكثر تعقيداً جسيمات غير معصد نقرية ديراك مسا ذكرناه منسجماً مع النسبيسة الخاصسة بنظرية ديراك مسا ذكرناه منسجماً مع النسبيسة الخاصسة تتبسأ هذه النظريسة بوجود جسيمات أخرى بحيث أن لكل جسيم جسيماً يساويه في الكتلة وبخالفه في الشعنة وبناظر الإلكترون ، في هذه الحالة ، البوزيترون كما تتنبأ أيضاً بأن قدراً كافياً من الطاقة يمكن أن يشكل هذا الثنائي المذكور أي البوزيترون والإلكترون . إن النظرية المناصة تبيح أيضاً وجود جسيمات معدومة الكتلة أهمها الترينو . عنما تضاعل هذه الجسيمات المختلفة تنتج جسيمات أخرى ذات آجال عندما تضاعل هذه الجسيمات المختلفة تنتج جسيمات أخرى ذات آجال

قصيرة يلقي وجودها بأعداد كبيرة ظلالاً من الشك ، فيما إذا كانت هذه الجسيمات أولية أم لا . إن بعض هذه الجسيمات خفيف كخفة الإكترون وبعضها من رتبة ثقل البروتونات وتدعي باريونات . ونظراً لأن الباريونات تحمل تقريباً كل المادة فان عددها يبقى ثابتاً في أي تفاعل . ولما كانت هذه الجسيمات أولية بالافتراض فقط فقد لا تكون أساسية (كما هو الحال بالنسبة للذرات) . وقد وضعت نظريات تقول بأنها مكرنة من كيانات أدني تدعى « كواركات – Quarka ولكن هذه الكيانات لم تعزل حتى الآن وتكتشف .

: Idel Energy

مقدار فيزيائي يعبر عن العمل الذي قام به الجسيم بسبب موقعه و الطاقة الكامنة ، أو بسبب حركته و الطاقة الحركية ، إن سيارة تقف على هضبة وبحالة التوازن وبسبب تطبيق قوى الكبح عليها تمتلك طاقة كامنة وعندما تزال قوى الكبح تلك تمتلك طاقة حركية تزداد بازدياد السرعة .

: مجرة Galaxy

تجمع كبير من النجوم النائية بما يشبه بجرتنا درب التبانة بصورة عامة واكنه مستقل عنها وهنالك الملايين من المجرات في الكون المرصود وإن أبعد المجرات تمتلك طيفاً منزاحاً نحو النهاية الحمراء للطيف بمقدار وجد أنه متناسب مع المسافة راجع Red shift .

relativity : النسبية العامة راجع General relativity

(Gravitational Field) - (Gravitational Field) الحقل الثقالي ، الثقالة : وهو التأثير عن بعد ، (مفترضين وجود قوة ما بين الجسمين المتجاذبين) ونجد من الأنسب التعبير عن ذلك بوضع أحد الجسمين في حقل قوة الجسم الآخر ، يشار إلى هذا الحقل بالحقل الثقالي .

acceleration المرجع العطائي: راجع المعالى: داجع المعالى: Energy المرجع العطائي: راجع Energy

Light year السنة الضوئية :

وهي المسافة التي يقطعها الضوء خلال سنة واحدة حيث يمتلك الضوء سرعة مقدارها ١٨٦,٠٠٠ (٣٠٠ ألف كيلو متر / ثانية) ميل بالثانية ويكافيء ذلك سته ملايين مليون ميل أي ٢×٣١٠

: Mass الكتلة

عندما نطبق قوة على جسم فانها تحدث له تسارعاً يتناسب مع القوة ويدعي ثابت التناسب بالكتلة .

Mach's Principle مبدأ ماخ:

وهــو تحــديــد مراجع عطائيــة ، داخــليــة ، ومحليــة - Internal Frames of reference – حسب توزع المادة البعيدة .

: سابيم Nebula

وهو سحابة من غاز منتشر في درب التبانة أو خارجها . أو هو نظام نجمى منفصل على مسافة بعيدة .

Neutrine راجع Elementary particle النترينو:

Neutron الترون راجع Neutron

: Star راجع النجم Neutron Star

Particle عناق الأزواج: راجع pair - Creation عناق الأزواج: واجع Particle accelerator

وهو عبارة عن آلة الغاية منها تسريع تيار من الجسيمات الأولية - elementary particls - كالبروتونسات إلى سرع قريبة من سرعة الضوء ومن ثم توجيه حزمسة الجسيمات نحو هدف معين كصفيحة فوتوغرافية بقصد ملاحظة التفاعل الحاصل ما بين الجسيمات. إن عملية التسريع هذه تتم عادة على مسار دائري كبير باستخدام حقول كهرطيسية .

Planet الكوكب:

ويتبع نجماً معيناً وبصورة خاصة الشمس أسا ما يسمى بنجمسة الصبح werning star أو نجمسة المساء evening star فهمسا في الحقيقة عبارة عن كوكب الزهرة ، وهو و مصباح ع مسن المسادة الباردة ، كالقمر تعكس أشعة الشمس . وفي الحقيقة فقبل أن يستطيع الجسم اللمعان من تلقاء نفسه يجب أن يكون ذا كتلة كبيرة بما فيه الكفاية (حوالي مائة ضعف كتلة المشتري أو ٨/١ كتلة الشمس) .

Elementary particle : positron

po-tential Energy الطاقة الكامنة : راجع Pro-ton : بروتون : راجع Elementary Particle

Pulsar : النجم النابض :

وهو جسم صغير جداً يصدر اشعاعاً محدداً تردده مرتفع وبحدث ضمن فترة زمنية أدنى من أو يساوي الثانية وبشكل متتظم . إن معظم النجوم النابضة التي تشكل ظاهرة مكتشفة حديثاً تقع ضمن المجرة .

quasar : الكوازار :

وهي اختصار العبارة quasi - Steller radius source وهي اختصار العبارة خلك مصدر راديوي شبه نجمي وهو صنف من الأجسام السماوية المكتشفة حديثاً التي يمكن أن تصنف حسب انزياح طيفها نحو الأحمر بحيث يظن بأنها واقعة على مسافة شاسعة .

quantum Theoy - quantization : التكميه ونظرية الكم : راجع Acceleration

Quark « كوارك »: راجع quark

: الإشعاع : Radiation

وهو اسم شامل لجميع الاصدارات عبر الفضاء الخالي من اشارات لما نفس سرعة الضوء . إن الإشارات الراديوية والأشعة السينية لهما أهمية خاصة تختلف عن الضوء العادي بطول الموجة فقط . إن طيف الاشعاع يتميز بما يحويه من أطوال الموجات المختلفة . ويمتد الطيف المرئي من الأحمر (طول موجة كبير) وحتى البنفسجي (طول موجته قصير) ويطلق على الإشعاع الذي يلى الطيف المرئي بكلا الاتجاهين تحت الأحمر وفوق البنفسجي ، وبالإضافة إلى الإشعاع الكهرطيسي الذي وصفناه تؤكد التجارب الحديثه وجود الإشعاع الثقالي .

. Red Shift الانزياح نحو الأحمر

وهو انتقال الخطوط الطيفية لنجم أو سديم نحو النهاية الحمراء للطيف بسبب مفعول دوبار (عندما يبتعد الجسم عن المراقب) .

: Relativity

ناقشت نظرية النسبية الخاصة لآينشتاين متله عام ١٩٠٥ سلوك كل ن الضوء والطاقة والمادة في حالة خاصة يتحرك المراقبون فيها بسرعة ابتة وبخط مستقيم بالنسبة لبعضهم . إن حالة وجود مراقب متسارع ، النسبة لمراقب آخر قد تم تغطيتها في النظرية النسبية العامة عام ١٩١٦ لتى درست الثقالة بما يتفق مع النسبية الخاصة .

Critical radius راجع Schwarz Schild Sphere

Special Relativity النسبية الخاصة

spectrum : الطيف : راجع

star : النجم :

كتة هائلة من الفاز ذات درجة حرارة مركزية كبيرة بما فيه الكفاية لتسريع العمايات النووية التي تنتج اشعاعاً ذا أشكال مخدفة من الناقة . وحتى قبل معرفة الآلية الدقيقة لهذا التفاعل اقترح أدنيفتون علاقة نظرية ما بين كتة النجم وسطوعيته وقد ثم رصد نجوم مختلفة الكتل متفايرة الخصائص ولكن نوعاً واحد من النجوم وهو الأقزام البيض ها White dwaf هذه النجوم في نهاية حياتها أما كون سطوعها ناتباً عن بقايا الهيلووجين المتخلف في مناطقها الخارجية فهو أمر يحتاج للبرهان وبدلا عنه راحت الكن فكرة التقلص الثقالي وهو أن الطاقة الكامنه تنحصر بارتصاص النجم . وفيما لو كانت الأقزام البيض من هذا النوع أم لا فان مثل النجوية العالية تسبب

اتحاد الإلكترونات مع البروتونات مشكة النترونات ، وبهذه العاريقة يمكن أن يتشكل النجم النتروني .

العالم الخالة ا

وهو النموذج الكوني اللني وضعه بُوندي وغولد وهويل . حيث يفترض بأن الكون بمداه المتسم كان دوماً كما هو الآن . أما ما يحدث فيه من توسع مبرهن عليه فهو نتيجة لخاق المادة المستمر .

Star: القرم الأبيض راجع White dwarf.

•	القنمة
٧	المتلفية الرصدية
YV	مقياس الزمن
**	المكان والزمان من عصر اليونان إلى عصر نيوتن
۳٠	تجوال النجوم والفلسفات القديمة
43	تقدم النظريات السببية
	المعلور بعد نيوان
75	ما وراء النظام الشمسي
٧١	المعلومات المنتقلة بواسطة الضوء
Y.	الضوء
AT	النبية
47	علم الميكانيك ونظرية النسبية
1	القطالة
115	نظريات كونية منافسة
110	كون آبنشتاين

117	کون دي سيتر
14.	التحقيق التجريبي
144	مفارقة اولبرس
144	المبدأ الكوني التام
187	نظرية هويل
198	العقد الماضي الآخير
157	الأرصاد ونظرية النسبية العامة
70/	دلائل من الرصد العملي
177	مصادر الإشعاع
171	النجوم النابضة
3.4.	دليل غير قاطع
144	العقف القادم
1/4	المقارنة بين النظريات
141	علم الفلك النترينوي
143	علم الفلك السيني
4.1	지점
*14	نظريات كونية غير عادية
44.	نظريات ثلاثة متطرفة
***	الروابط في الفيزياء الأصولية
Ye+ - Y£1	بعض المصطلحات العلمية الواردة في الكتاب







تلك كانت وما تزال نظرة تالعقل العلمي الى الكون منذ ايام الاغريق الى ايامنا: انه مجموعة قوى اطارها العام زماني حمكاني . والاطارة المام زماني حمكاني . والاطارة فعلما بينان ذاتي مرتبط جوهريا بالقوى يتبدل بتبدله التطروح كانوشا بزال ما الزمان والمكان المطبعة هذه القوى الاجوبة كثيرة يمكن ددها ألى ثلاثة هي بشئابة المؤمر احل لتطور نظرتنا الى الكون : جواب بطليموس حواب نيوتن وجواب انشتاين . والتقدم الكبير الذي حصل مع انشتاين هو أن القوى الكونية ، طاقات كانت ام اشعاعات ، ليست قائمة بذاتها بل كل منها بالتسبة الى الاخر . وكذلك الرمان حالكان ، فاي تبدل في اي جزء من اجزاء الكون ببدل معيدة توازن القوى الكونية وبنيانها .

والسؤال الذي سيبقى معلقاً إلى ما تناء الله هو : هل يستطيع العقل أن ينفذ حقا الى طبيعة الكون ؟ التقدم مستعر بعد انشتاين وغيره وتبقى طبيعة الكون مع ذلك لفزا .

روساف الكتاب برسم بابجاز وبلفة علمية سهلة ما حققه المقل
 العلمي على طريق معرقينا للكون الذي نميش فيه .

الطبع وفرز الألوان في مستابع وزارة الثنقافة ومشرق ١٩٩١ دخش ١٩٩١ مرائسخت داخرا المنطر في الانتشار العربيّية تكايعادل